中国历史百科全书

ENCYCLOPEDIA OF CHINESE HISTORY

农业与科技卷



第四卷

农业与科技

主编 徐 寒

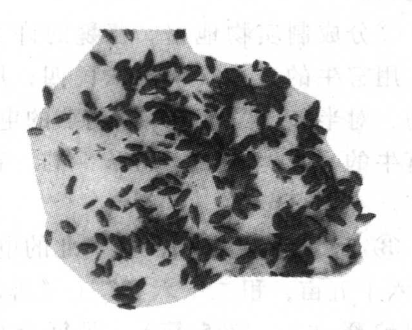
吉林大学出版社

目　录

一、古代农业制度

【屯田】

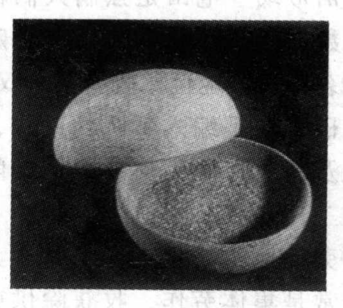
中国历代封建政府组织劳动者在官地上进行开垦耕作的农业生产组织形式。因参加垦种者不同而有军屯与民屯之分，以军屯为主。


浙江河姆渡遗址出土的稻谷

发展概况 汉武帝刘彻元狩四年（前119）击败匈奴后，在国土西陲进行大规模屯田，以给养边防军，这就是边防屯田。自此经魏晋南北朝、隋唐以至两宋，各代都推行过边防屯田。当统一国家分裂为几个封建政权时，出于军事需要，都很注意屯田，如魏、蜀、吴三国鼎立时，南北朝对立时，宋、金对峙时，都常在两淮地区屯田（只有三国时的蜀汉屯田在汉中和秦陇地区），东魏、北齐和西魏、北周并存时，双方在黄河两岸屯田。这些屯田虽多是设置在中原地区，但因列国分立，仍然是属于边防屯田。真正的内地屯田在东汉、曹魏、北魏和唐代曾经存在过，不过为时短暂，成绩也不如边防屯田那么显著。

金、元以来，屯田的地域分布发生了变化。女真族入主中原，为了稳定统治，驻军内外各地。金政府于驻军所在地分拨田土，兵士屯种自给，屯田由是遍及内地和边陲。元朝幅员辽阔，“内而各卫，外而行省，皆立屯田”。明代继承元代的军户制度，军户子孙世代为兵，作战而外，平时屯种。明代的兵士大致以五千六百人为卫，一千一百二十人为千户所，一百一十二人为百户所，军屯组织是和卫所制度相适应，卫所屯田因此遍及全国。明代为了充实边防力量，鼓励商人运粮至边地仓库交纳，由官给与盐引；而盐商惮于长途转运粮食，乃在官府拨给的边区荒地上招募游民屯垦，以所获粮食，换取盐引，称为商屯，它在整个屯田事业中所占比重很小。

屯田有时又被称为营田，原意是屯田以兵，营田以民。实际上，历代不少


姜寨黍粒及贮黍陶罐

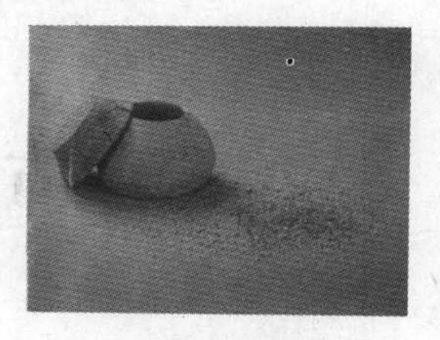
营田也常使用士兵，即使是民屯，通常也多采用军事编制，所生产的粮食主要也是用以供军需。

规模　历代屯田规模不一。汉武帝在黄河河套以至河西张掖、酒泉一带屯垦戍卒六十万人。唐代屯田主要在辽东至陇右的北方边界，有五万顷左右。宋代屯田不多，北宋真宗时有四千二百余顷。元代在各行省普设屯田，不下十八万顷。明代达于极盛，“东自辽左，北抵宣（府）、大（同），西至甘肃，南尽滇、蜀，极于交阯，中原则大河南北，在在兴屯”，约达六十四万余顷。清代除保留漕运屯田外，裁撤卫所屯军，八旗和绿营诸兵都仰食于官府，只在蒙古、新疆和西南苗疆所在设有若干屯田。屯田制度进入尾声。


原始石磨盘

剥削形式　屯田是强制人们耕种官地。曹魏、元、明的屯田兵有特殊的军籍，世袭服役，地位比较卑下；汉、唐、宋的屯田兵只是编入军队的民户，身分与屯民及普通百姓无何差异。剥削形式大体有三种：

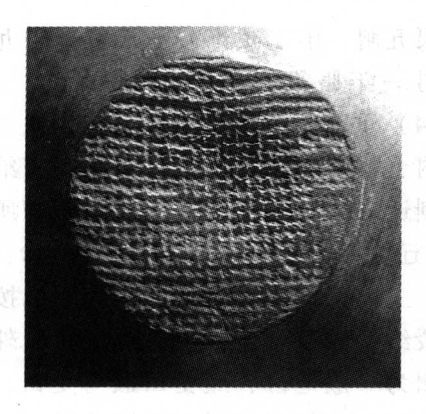
①劳役地租。多是屯官给工具、种子，又常是集体劳作，收获除供屯户食用外，全部交官。唐、宋的屯田多属此类。明、清的漕运屯田，授给军户田五十亩，令其提供漕运徭役，也是一种劳役地租。


半坡粟粒和贮粟陶罐

②分成制实物地租。曹魏的许下屯田，用官牛的，其收获官六民四；用私牛的，对半分。西晋初年和前燕的屯田，用官牛的，官八私二；用私牛的，官七私三。

③定额实物租。西汉在西北的屯垦，“田六十五亩，租二十六石”（《居延汉简甲编释文》，1585简），即每亩租四斗。北魏民屯，一夫缴粮六十斛。南朝刘宋武吏屯田，每人缴米六十斛。明初，辽东每军限田五十亩，租十五石；惠帝时，军田五十亩，纳正粮十二石，供军士用，余粮十二石为地租，后余粮减为六石。清嘉庆间，伊犁屯田每兵每年交


骨耜



原始陶器上的麻布印纹

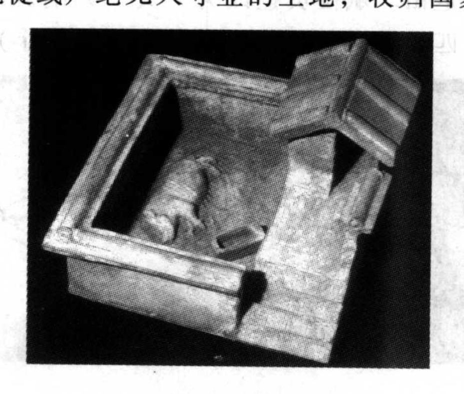
粮十三石。

作用 屯田保证了边防军的粮饷需要，对于边疆可耕地的开拓和边防的巩固有积极作用。又因集中较多人力、物力，可以兴修较大的水利工程，推广一些先进的生产技术。但屯田的成绩与历代屯田的政策密切相关。大致说来，凡是设置屯田的朝代，在建国初期，屯田成绩比较显著，随着封建统治者日趋腐朽，剥削日益加重，屯田劳动者大批死亡或逃散，幸存者怠工，屯田也就逐渐变质瓦解。屯田是一种强制劳动，明清以来，分租制日益普遍化，早期所设屯田，后期多召佃出租。

【均田制】

北魏到唐前期的一种土地制度。从北魏太和九年（485）政府颁布均田令开始实施，经东魏、西魏、北齐、北周、隋到唐建中元年（780）废弛，前后约三百年。

均田制的内容 北魏颁布的均田令由其前期在代北实行的计口授田制度演变而来，是当时北方人口大量迁徙和死亡，土地荒芜，劳动力与土地分离，所有权和占有权十分混乱这一特殊情况下的产物。其主要内容是：十五岁以上男夫受露田四十亩、桑田二十亩，妇人受露田二十亩。露田加倍或两倍授给，以备休耕，是为“倍田”。身死或年逾七十者将露田还官。桑田为世业田，不须还官，但要在三年内种上规定的桑、榆、枣树。不宜种桑的地方，则男夫给麻田十亩（相当于桑田），妇人给麻田五亩。家内原有的桑田，所有权不变，但要用来充抵应受倍田份额。达到应受额的，不准再受；超过应受额部分，可以出卖；不足应受额部分，可以买足。贵族官僚地主可以通过奴婢、耕牛受田，另外获得土地。奴婢受田额与良民同。耕牛每头受露田三十亩，一户限四头。凡是只有老小癃残者的户，户主按男夫应受额的半数授给。民田还受，每年正月进行一次。在土地不足之处，有满十五岁成丁应受田而无田可受时，以其家桑田充数；又不足，则从其家内受田口已受额中匀减出若干亩给新受田者。地足之处，居民不准无故迁徙；地不足之处，可以向空荒处迁徙，但不许从赋役重处迁往轻处。土地多的地方，居民可以随力所及借用国有荒地耕种。园宅田，良民每三口给一亩，奴婢五口给一亩。因犯罪流徙或户绝无人守业的土地，收归国家



陶猪圈

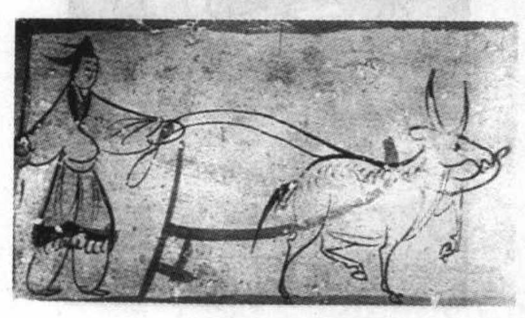


石斧

所有，作均田授受之用，但首先授其近亲。地方守宰按官职高低授给职分田，刺史十五顷，太守十顷，治中、别驾各八顷，县令、郡丞各六顷，不许买卖，离职时移交于接任官。

均田制与赋役制密切联系。均田令公布后，北魏又制定了新的租调制。均田农户除丁男负担征戍、杂役外，一夫一妇出帛或出布一匹（四丈），粟二石。十五岁以上未婚男女四人，从事耕织的奴婢八人，耕牛二十头，其租调都分别相当于一夫一妇的数量。

以上内容，各朝有过若干变动。北周主要是取消倍田之名，应受额改为一夫一妇一百四十亩，单丁一百亩；受田年龄改为十八岁成丁受田，六十五岁年老退田。赋役负担改为一夫一妇纳调绢一匹、绵八两（或布一匹、麻十斤），



牛耕（甘肃）

租粟五斛，单丁减半。十八至五十九岁丁男一年服役三十日。北齐河清三年（564）重新颁布均田令，规定邺城三十里内土地全部作为公田，按等差授给洛阳刚迁来的（原来从代京迁洛阳的所谓“代迁户”）鲜卑贵族官僚和羽林、虎贲；三十里以外、一百里以内土地按等差授给汉族官僚和兵士。一百里以外和各州为一般地区，应受田额与受田、退田年龄大致与北周同。奴婢受田人数按



耙地（甘肃）

官品限制在三百至六十人之间。赋役负担，一夫一妇之调与北周同，租为垦租二石、义租五斗。奴婢则为良民之半。隋代开皇二年（582）令，丁男、中男的永业、露田受田额与北齐同。补充内容中突出的一点是官人永业田与品级相适应，自诸王以下至都督，最多授给一百顷，最小四十亩。此外，内外官按品级高下授给职分田（职田），最多五顷，最少一顷。内外官署又给公廨田，以供公用。赋役负担以一夫一妇为一床，纳租粟三石，调绢一匹（第二年减为二丈），绵三两。单丁及奴婢、部曲、客女按半床纳租调。丁男每年服役三十日（第二年减为二十日）。隋炀帝杨广即



采桑（甘肃）

位，免除妇人和奴婢、部曲的租调，大概也同时废除了他们受田的制度。

唐代均田制，在隋代基础上，明确取消了奴婢、妇人及耕牛受田，土地买卖限制放宽，内容更为详备。综合武德七年（624）令、开元七年（719）令、开元二十五年令等记载，主要内容为：丁男和十八岁以上的中男（见丁中），各受永业田二十亩，口分田八十亩。老男、笃疾、废疾各给口分田四十亩，寡妻妾三十亩。丁男和十八岁以上中男以外的人作户主的，则受永业田二十亩，口分田三十亩。民户原有的永业田，在不变动所有权的前提下，计算在已受田内，充抵应受的永业、口分额。有封爵的贵族和五品以上职事官、散官，可以依照品级请受永业田五顷至一百顷。勋官可以依照勋级请受勋田六十亩至三十顷。道士受口分田三十亩，女冠受口分田二十亩。僧尼受田与道士、女冠同。官户（指官府所属的一种贱口）受田按



扬场（甘肃）

百姓口分之半请受。工商业者在宽乡地区，可以请受永业、口分田，其数量为百姓之半。受田悉足的叫宽乡，不足的叫狭乡。狭乡的口分田减半授给。狭乡的人不准许在宽乡遥受田亩。五品以上官人永业田和勋田只能在宽乡授给，但准许在狭乡买荫赐田充。六品以下可在本乡取还公田充。永业田皆传子孙，不再收还。口分田身死后入官，另行授受，但首先照顾本户应受田者。庶民有身死家贫无以供葬以及犯罪流徙的，准许出卖永业田；迁往宽乡和卖充住宅、邸店、碾硙的，并准许出卖口分田。在职官依照内外官品和职务性质的不同，有八十亩至十二顷的职分田，以其地租充作俸禄的一部分，离职时须移交后任。内外



甘肃嘉峪关出土画像砖耙地图

官署各有一顷至四十顷的公廨田，以其地租充作办公费用。均田农户法定的赋役负担，大致与隋同（见租庸调）。

均田制的施行与作用　均田令，一方面通过奴婢、耕牛受田（隋以前）或依照官品授永业田（隋以后）等方式，保障贵族官僚地主利益，但限制他们占田过限。一方面又规定授田时先贫后富，以及限制民户出卖应受份额的土地，以期农民也能拥有一定数量的土地。其目的是建立一套限额授受的土地制度，协调统治阶级内部矛盾，缓和被统治者的反抗，使劳动力与土地结合，以利于政



甘肃嘉峪关出土魏晋画像砖牧牛图

府对农民的控制，以及恢复和发展农业生产，保证政府赋役来源。均田令规定的受田数量，指的是应受田，也就是受田的最高限额。实施均田令时，民户除原有私地和已占有的小块无主土地按田令规定进行登记，算作已受额外，不满应受额部分，是否可以补充，补充多少，则因时因地而异。总的说来，农民所拥



甘肃嘉峪关出土画像砖牧马图

有的土地绝大多数是达不到应受额的。在长期战乱，存在大量无主土地、荒田的地区，农民所受土地较多，如北魏及唐初的山东地区。但各个地区之间不平衡，北魏到唐的均田令都有宽乡、狭乡之分。唐贞观时，关中的灵口就是狭乡地区，一丁受田只有三十亩。有的地区还不到三十亩。在相对和平时期，缺乏无主土地，农户受田则很少。如隋初狭乡一丁只有二十亩，没有丁男的户，土地更少。从文献记载和敦煌、吐鲁番发现的手实、计帐、户籍以及给田、授田、欠田等均田授受的簿籍看，均田令无疑是施行了的。直到开元时期，西州仍在进行土地还授，尽管还授的田亩数很少。

学术界对均田制实施的范围一直存在着不同的意见。一种认为，北魏至唐，均田制始终仅施行于北中国，江南没有推行。一种认为，隋灭陈统一南北后，



甘肃嘉峪关出土画像砖牧畜图

均田制已推行于江南地区。均田制的实施，肯定了土地的所有权和占有权，减少了田产纠纷，有利于无主荒田的开垦，因而对农业生产的恢复和发展起了积极作用。均田制的实施，和与之相联系的新的租调量较前有所减轻以及实行三长制，有利于依附农民摆脱豪强大族控制，转变为国家编户，使政府控制的自耕小农这一阶层的人数大大增多，保证了赋役来源，从而增强了专制主义中央集权制。均田制是在鲜卑拓跋部由游牧、畜牧经济向农业经济转变，鲜卑及其他少数族与汉族融合的过程中产生的，它的实施加速了上述转变过程。隋朝所以能够统一南北以及唐王朝的强大，均田制的实施是一个重要原因。

均田制的性质　学术界看法不一。



甘肃嘉峪关出土画像砖坞壁图

主要有两种说法：①均田制是封建国家土地所有制。但此说对均田制是否包括社会上早已存在的私有土地理解不同。一部分学者认为，原有的私有土地已包括在均田制内。还有一部分学者认为，私有土地存在于均田制之外，与均田制同时并存。②均田制具有两重性，既包括封建国家土地所有制，又包括土地私有制。北魏实施均田制时，中国北方一方面存在着大量无主土地和荒地，按照传统，属国家所有；一方面存在着以宗主为代表的巨大的地主势力和早已根深蒂固的土地私有制。实施均田制并没有改变私有土地的所有权性质。均田制的两重性，正是客观存在着的两种不同性质的土地所有制在法令上的反映。实施均田令，不仅把国有土地按桑田、露田名目请受登记，原有的私地在不变动所有权前提下，也按均田令规定进行了登记，充抵应受额。这一原则贯彻于北魏至唐的均田令中，始终未变。均田制范围的露田（正田、口分田）、职分田、公廨田等，属国家所有。原有的私田、园宅地、桑田（麻田、世业田、永业田）、官人永业田、勋田、赐田等，属


耕织图


康熙耕织图

私人所有。这两种封建所有制性质不同的土地，并存于均田制范围内，互相影响，互相转化，占支配地位的是封建地主土地所有制。

均田制虽然包括私有土地，但能用来授受的土地只是无主土地和荒地，数量有限。因而均田农民受田，开始就普遍达不到应受额。口分田虽然规定年老、身死入官，但实际上能还官的很少。随着人口的增多和贵族官僚地主合法、非法地把大量公田据为己有，能够还授的土地就越来越少。均田令虽然限制土地买卖、占田过限，但均田农民土地不足，经济力量脆弱，赋役负担沉重，稍遇天灾人祸，就被迫出卖土地，破产逃亡。地主兼并土地是必然要发生的。正因为如此，均田制在北魏实施以后不久即被破坏。经过北魏末年的战乱，无主土地和荒地增多。继起的东西魏、北齐、北周、隋，施行之后又破坏。隋末农民起义后，人口大减，土地荒芜，新建立起来的唐王朝重新推行均田令，成效显著。唐高宗以后，均田制又逐渐被破坏。随着大地主土地所有制的发展，国有土地通过各种方式不断转化为私有土地。到唐玄宗开元天宝年间，土地还授实际上

已不能实行。唐德宗建中元年实行两税法后，均田制终于废弛。

【职田】

中国古代按官职品级授与官吏作为俸禄的土地。施行于西晋至明初，其间亦曾称为菜田、禄田、职公田、职分田等。职田是国家掌握的公田，不属官吏私人所有，只以收获物或部分收获物充作俸禄的一部分，官吏离任时要把职田移交给下一任。这种土地严禁买卖，也不得换易。

东汉献帝时，曾将京畿三辅地区（今陕西中部）的公田按原俸禄等级给予百官，让他们自己收取租税，是职田制的萌芽。两晋时期，职田逐步形成固定的制度。西晋元康元年（291）正式规定中央官吏按一、二、三品授与菜田十、八、六顷。菜田的授受办法是：以每年立夏为断，立夏前到任的官吏，可收取当年的田租为俸禄；立夏后到任的，田租归前任，继任者另外领取一年的食俸。东晋时，始授予外官禄田，其数量大体上是都督二十顷，刺史十顷，郡守五顷，县令三顷。南朝刘宋各级官员所得禄田数量比西晋有所增加，禄田的授受也改以芒种为断。元嘉末年又一度改变为按官吏到职之月起，计月数而分其田禄。齐、梁、陈各代也都有禄田。北魏太和五年（481）对州刺史、郡太守等地方官依官品等差给以公田，是为北朝授职田之始，至太和九年颁布均田令时予以重申。隋给职分田，一品五顷，至五品则为三顷，其下每品以五十亩为差，至九品为一顷。唐代武德元年（618）诏令内外官各给职分田，数量亦以秩品高下为差。唐代的职田只授给职事官。未补正的内供奉和里行官不给职田，只从太仓领取相当职田地租最低量的“地子”；员外官则既无职田也不给“地子”。

职田形成制度以后，历代政府都十分注意职田的管理，以保障百官的经济利益。唐代职田由尚书省工部屯田郎中主管，具体事务由朝廷委派使职官和州县长官处理。州县每年六月要勘造一次职田籍帐，申报尚书省。这种籍帐记载职田四至、田租标准等，称之为“白簿”。当年十月依据白簿征收地租，给付本官。在白簿的基础上，又有三年一造的职田“黄籍”，供长期保存。唐代前期，基本上实行了此种造籍制度，但也有例外。由于职田常常是侵夺农民的熟田，严重妨碍均田制的施行，以致政府不得不承认职田“侵渔百姓”，在贞观十一年（637）和开元十年（722）两次暂时停给职田，改给仓粟（每亩折合二斗）。唐代后期，职田管理日渐混乱，职田籍帐多不能按规定勘造，贪官污吏和地方豪强常常乘机用各种手段兼并职田，使之成为“形势庄园”；与此同时，又换易荒闲薄地充作职田，照旧征取高额地租。

从两晋至唐，职田的经营及其直接劳动者的身份都有所变化。两晋南北朝时期，禄田由官府使役驺卒、文武吏及僮耕种。这些劳动者往往是全家服役，世代相袭，人身依附极强，其身份十分卑微。他们在禄田上受到分成制的地租剥削，每年至少要将收获物的五成或六成交给官吏。所以此时期禄田上的劳动者实际上是农奴。唐代授予职田，不再同时授与田驺、吏、僮等作为劳动力，

而由职田的管理当局“借民佃植”或受职田的本官“自佃”。法令规定职田租佃“并取情愿，不得抑配”。因此，唐代的职田一般是分成小块，由国家编户即普通称之为“百姓”的人（主要是自耕农）佃种。这些职田劳动者同两晋南北朝的驺卒等相比，有较“自由”的身份，对受职田的官员一般不存在人身依附关系，但他们同样承受残酷的剥削。唐代职田实行定额租制，其租额通常限定在二斗至六斗，实际上职田佃农所受的剥削远不止此数。他们在交租之外要另交职田草，又要变米雇车搬送（或交纳脚钱），甚至还要交纳别立名目的桑课等。职田差税如此苛重，农民不愿耕种，唐后期不得不在局部地区临时将职田田租分摊在两税地亩上，使之成为两税的附加税，由两税户交纳。此法并未久行，更通常的办法是州县逐年将职田强行摊派给百姓租佃，甚至强令身居城镇的人虚额出税，给百姓造成极大的苦难。当时有人就指出“疲人患苦，无过于斯”。其结果是造成职田佃农相继逃亡，而官府又变本加厉，捕系亲邻，征赔地租，把负担摊配在其他农户身上，从而加速了更多的农民破产、逃亡。

北宋真宗咸平二年（999），沿唐制复置职田，以官庄及远年逃田充，然只授予外任官，中朝官不再享有。其数额：两京、大藩府四十顷，次藩镇三十五顷，防御、团练州三十顷，中、上刺史州二十顷，下州及军监十五顷，边远小州、上县十顷，中县八顷，下县七顷，转运使、副使十顷。其中州县长吏得百分之五十，以次官差减。仁宗庆历三年（1043）更定守令佐职田顷亩之限：大藩府长吏二十顷，通刺八顷，判官五顷，余并四顷。防、团、刺史州、小军监及上、中、下县，类此。陆田以三月底、水田以四月底、麦田以上年九月底为限，官员在限前到任者，才能享有当年的职田租入。元丰初诸路共约有职田二百三十四万八千六百九十七亩。职田佃户召浮客（客户）充，每顷不得过三户；公人及主户不许租佃。稍后又规定，第四、第五等主户亦可租佃。地租有实物分成租，也有实物定额租，后者日占优势，以致北宋末年规定，职田租课并折纳现钱。职田免二税和沿纳，租入全归各外任官分享。贪官污吏往往非法多占职田，以重租、折变侵渔佃户，至有无田而令民纳租者。

金循宋制授与外任官职田，按品秩和职事定其多寡，自正三品三十顷或二十五顷，下至从九品三顷或二顷。品同职异，所授职田有差别，如正五品刺史、知军监使十三顷，余官并十顷。猛安谋克、乌鲁古（群牧所）官等无职田。职田每亩取粟三斗，草一称，初就输于各官公宇，天德二年（1150）改送官仓，按月均数，随月俸支给。

元制，诸路、府、州、县、录事司官及按察司（肃政廉访司）、转运司官有职田，其余并无。路以下各级地方官职田定于世祖至元三年（1337），按察司官职田定于十四年。自上路达鲁花赤、总管、按察使（约正三品）十六顷，以下递减至主簿、县尉（正、从九品）二顷。各官职田从官田及荒闲地、户绝地内标拨，召募佃客耕种，依乡原例收租；将拨到顷亩、条段、四至造册申报户部，以后继任官员相沿交割。江南职田初依腹里体例给与，因荒闲地少，实得者无几。至元二十一年改为比腹里减半。至

大二年（1309）拘收职田人官，改支禄米，自三品每年一百石依次减至七品以下四十石；四年，仍复旧制。初，前后任官交割，北方以施工布种、南方以芒种时节为限，限前归后官，限后归前官；皇庆元年（1312）改为按支俸月份收租入。元职田租为定额租，交纳实物或折钞，由佃户送纳各官衙门。官员多倚势增租，如袁州路原额每亩米二斗二升，江南湖北道三斗，都增至六斗，福建道廉访司职田租更高达三石。而且不论丰歉，多是全收，并加收斗面、鼠耗，索要他物。各地都有勒迫附近民户认种职田，或佃户逃亡则令民户包纳，或未拨到职田而按应得数额摊配民户纳租的现象。

明太祖洪武十年（1377），赐百官公田，以其租入充俸禄。后（年代不明）收职田，改为折俸钞颁给，职田制遂废。

【族田义庄】

宋以后属于某一宗族所有的土地。族田分两种，一种是由一个家族共拨出一部分土地，征收地租，专作该家族祭祖开支的祭祀田，也叫祭产、祀田。这种祭祀田一般数量不大，但极为普遍。一种是由族内为官者、殷富者捐置或合伙捐置，用以接济贫穷，赈恤孤寡及协济族人读书应试的赡族田。这类族田又称义田、义庄。义庄原指掌管族田及租米分配的机构，后来不加区别，义庄和赡族田成为一个族姓土地的通称。

族田义庄创始于北宋范仲淹。宋仁宗皇祐二年（1050），范仲淹在苏州长洲、吴县置田十余顷，将每年所得租米，供给各房族人衣食、婚嫁和丧葬之用，始称“义庄”。范仲淹亲定规矩十三条，规定各房五岁以下男女，每人每天给白米一升；冬衣每人一疋，五到十岁减半。族人嫁娶、丧葬，则分等发给现钱。在以后续定规矩中，又规定义庄的经济管理有相对的独立性：尊长不得干预义庄掌管人依规办事；族人不得借用义庄的人力、车、船和器用，不得租佃义田，不得私自将义宅屋舍兑赁典当，不得占居会聚义仓。义庄不得典买本族族人土地。南宋时，范氏义庄田产逐渐增多，宋宁宗时，族人购置田产，另置“小庄”，以补义庄的不足。宋理宗赵昀时，义庄田产达三千多亩。

范氏义庄为宋代宗族置田开创了先例，各地官员竞相仿效。北宋吴奎、刘辉、李师中、韩贽、何执中，南宋史浩、楼玮、张浚、刘渊、熊庆胄及陈德高等，无不购置义庄。义庄田产的用途不仅在赡养本族族人，而且扩大到培养本族士人和赈济本地贫苦百姓。从此，建立义庄成为地主阶级维护宗族统治的一种手段。宋代以后，义庄更为盛行。

族田义庄在元明时有所增加，但为数不多。清代两百多年间发展比较迅速，各省都有关于族田义庄的记载。江苏省以江南最多，如官僚地主聚居的吴县，见诸记载的义庄，明代以前只有数处，有田不超过万亩；清代已达五十九族姓，共有田六万三千七百一十九亩。江南五府一州数十县厅，族田义庄田额从低估计也有数十万亩。江西省族田义庄也很多，据乾隆二十九年（1764）调查，全省宗祠凡八千零九十三处，其中置有族田的六千七百三十九姓，从低估算每族姓按两百亩计，也达一百三十四万多亩。

安徽省皖南族田最多，以徽州府而论，据1949年统计，全府耕地一百一十八万三千四百七十七亩，其中族田为十六万九千四百三十一亩，占全部耕地的百分之十四还多，清代后期族田额与此当相去不远。据此估计，皖南四府一州二十余县，族田可能达数十万亩。广西族田，或谓道光末年平均每县有三万亩。广西共有八十多个州县厅，从低估计，全省族田也在百万亩以上。族田占比重最大的为广东省，清代前期，大户族田数千亩，小户数百亩。清代后期有所增加，光绪年间，或谓有的府县族田“粮额实占其邑之半”，所说可能夸大，但仍不失为族田数额巨大的具体反映。

族田义庄创建人多系“累世仕宦之家”，即官僚地主，也有少数富商。这类土地因系私人捐献，地权基本操在地主富户之手，他们凭借族田，通过租佃关系，操纵族众，剥削穷苦族人。这类族田相对稳定，一般不准买卖，并受到国家法令保护。清乾隆二十二年制定律例，盗卖族田照“盗卖官田律治罪”。

官绅地主创建族田义庄的目的是为了通过经济权力维护宗法关系，以巩固封建统治，因此受到封建政权的维护。明清时尤其是清代，伴随商品货币经济的发展，宗法关系趋向松懈，或谓“自宗法不行，士大夫无以收其族，昭穆既远，视为路人”。针对上述变化，官绅地主建祠修谱，加强宗法关系，同时建置族田义庄，用经济手段约束族众。清人大倡“祠堂敬宗”、“义田收族”之说，即源于此。方苞在论述吴县范氏义庄时曾明确提出：范氏族姓宗法之所以长期持续不坠者，“盖以文正置义田，贫者皆赖以养，故教法可得而行也”。乾隆年间，章学诚谓创建义庄可以“补王政所穷”，即通过族田义庄强化宗法关系，起稳定封建秩序的作用。直到清代后期，冯桂芬说：“千百族有义庄，即千百族无穷民”，他的设想是推广族田义庄制，使“亿万户皆有庄可隶”，这样，广大农民都被控制在官绅地主所操纵的义庄之下，则“奸宄邪慝，无自而作”。所以，有清一代，在封建宗法关系趋向松懈、农村阶级分化加剧、社会秩序日益动荡的条件下，族田义庄曾成为地方行政的辅助，对封建统治起着一定维护作用。

【租佃】

中国历史上地主向农民出租土地，收取地租的一种土地经营制度。租佃制度产生的历史前提是：一方面，地主占有了农民的主要生产资料——土地；另一方面，广大农民不占有土地，但占有在实际上或法律上属于他们的部分其他生产资料。他们利用这些生产资料租种地主的土地，独立经营农业以及家庭手工业，而把剩余劳动甚至部分必要劳动作为地租交纳给地主。相比于没有独立人格的奴隶，租佃农民的身份是自由的。但同时，经济上的依附关系又必然形成租佃农民对地主的人身依附关系。地租的实现，也必须有赖于地主对农民的超经济强制。

中国封建土地所有制的主要经营方式是租佃制度。在不同的历史时期、不同的地区，租佃制度呈现各种不同的形态。其产生和发展，大致可以分成三个阶段：

第一阶段　从先秦到魏晋南北朝

（约公元前 6、5 世纪至公元 6 世纪），租佃制度产生并初步发展。

租佃制度产生于春秋、战国时代。春秋后期，周天子对土地的最高支配权丧失，“公田不治”，土地关系逐渐走向私有化，井田制破坏，封建依附关系开始产生、发展起来。新兴的地主阶级改变旧的剥削方式，招徕逃亡奴隶和破产平民，作为自己的“私属徒”，把土地分给他们耕种，从中收取地租，租佃制度于此产生。这就是董仲舒说的自商鞅变法后，土地得以买卖，小民破产者无以为生，“或耕豪民之田，见税什五”的情况。所以中国古代的地租，从租佃关系产生之日起，就由实物地租占支配地位。而实物地租的基本形态是分成租制，主佃分成的比例通常是“见税什五”。

在秦汉时期，租佃制度得到初步发展。由于土地兼并，越来越多的小农丧失土地，沦为大土地所有者的佃农。同时，专制国家为解决流民问题，也将大量的封建国有土地出租给农民，即“假民公田”。西汉宣、元二帝时（前 86 ~ 前 50），前后凡八次下诏，“假民公田”。承租官田地者向国家纳租，租率一般在收成的四五成之间，称作“假税”，据居延汉简的记载，西汉官田租中已出现个别定额租的情况。另外，当时也有一定数量的官田地被权家、豪民所揽租，他们或驱奴耕种，或转手再出租给小农，以致“公家有障假之名，而利归公家也”。这说明在官田地的租佃关系中已经出现了“二地主”的现象。

从东汉末年起，直至魏晋南北朝时期，随着豪强地主势力的膨胀，并进而形成士族地主集团，地主与农民之间的租佃关系也进入了一个人身依附关系特别严重的阶段。

这一时期依附于世家大族的租佃农民来源略有不同，主要来自由破产小农转化而成的徒附，此外还有宾客、宗人及被放免的奴隶。这些依附农民承租庄田，进行耕作，向主家纳粮完租，“输太半之赋”。除实物地租外，他们要无偿地为田庄主服劳役，如破伐林木、修治陂渠、营造院宇、担任运输等。田庄主还把他们编制起来，组成私人武装，平时为主人看家护院、巡警守卫，战时则跟随出征，由此逐渐形成部曲、家兵制度。他们一般都脱离了专制国家的控制，系世家大族的私属。从曹魏的“给公卿以下租牛客户，数各有差”的措施，到西晋的官吏依品级占田、荫客、荫亲属制的规定，以及东晋的给客制，说明专制国家已逐渐对世家大族荫占人口的现象予以法律确认。所以当时的依附农民没有自己独立的户籍，而附注于主家之籍。他们只有通过自赎或田庄主的放遣，才能脱离依附关系，获得自由。

曹魏初年，曾广泛推行屯田，把民田的租佃制度应用于官田，因此民屯中的屯田客及军屯中的士家身份地位，明显地带有时代的特征，受国家的严格控制。

不过魏晋南北朝时期，在大田庄普遍存在依附性很强的租佃关系的同时，一般民田的租佃中已经出现个别的缔结契约关系的现象，新的租佃形式正在悄然形成。

第二阶段 从隋朝至元朝（公元 6 世纪后期至 14 世纪），立契租佃制度普遍流行。

唐朝前期，立契租佃制已经相当盛

行。唐朝中叶，土地兼并愈演愈烈，大土地所有制迅速发展，均田制终于破坏，多数自耕小农丧失土地，沦为封建地主的佃农。租佃制在社会经济生活中的比例遂迅速扩大，并进而占据主导地位。

唐朝前期，除了封建贵族及其从属的部曲与奴隶外，其余都是编户百姓。唐律明确禁止百姓浮浪他所。中央曾多次遣使搜括浮逃户（见括户）。中期以后，政府推行使浮逃户著籍的政策，著籍者称为客户。虽然这时客户中的多数是佃食客作者，但它却只是与“土户”对称的“客籍户”的简称。客户的含义到宋朝才发生重大变化，成了“无产而侨寓”的佃户的代称，而与主户（税户）相对称。根据宋朝户籍资料分析，当时客户约占全部户数的三分之一；同时，主户中的第五等下户也普遍租种地主的土地。所以宋朝以后，佃农成为社会生产的主体。由于租佃制度的流行，秦汉以来对大土地所有者带有贬义的称呼如“豪民”、“兼并之徒”等，逐渐废弃不用。在唐宋文书中，已公然称其为“田主”了。

普遍实行立契租佃制，是这一时期租佃关系发展的主要特征。据出土唐代文书证明，在西州的土地租佃中，契约关系十分流行，以致重要的生产工具例如耕牛的租赁，亦需缔结契约。入宋以后，缔结契约成为形成租佃关系的基本形式。官田的租佃，一般也订立契约文书。

这一时期的租佃契约，从本质上说虽然仍是封建地主剥削农民的凭据，但它毕竟在历史上第一次对主佃双方的权利和义务都作出了比较明确的规定。当时的租佃契约，一般都分画疆畎，写明田主、租田人和见知人，并规定地租的数量、交纳形式，以及租佃的期限等。对佃农来说，契约基本保证了他们在一定时期内对土地的耕作权，以及当契约限满之后退佃“起移”的自由。北宋天圣五年（1027），宋廷明确规定：今后“私下分田客”当每年收田毕日，可不必取得主家的凭由，商量去住，各取稳便。立契租佃制的普遍化，是一个巨大的历史进步。

隋唐以后租佃制度的发展还表现在其他方面。

首先，地租形式发生局部变化。唐宋时期，除个别经济比较落后的地区劳役地租的成分还比较高外，一般地区广泛实行产品地租，其中实物定额租的比例有了扩大。

在实物分成租下，因收成与地租额直接相关，所以地主往往监督、干预生产，他们对佃农的超经济强制也较为严重。定额租是从分成租发展而来的。在定额租下，不管收成多少，农民都得按契约规定交足地租，所以地主已不再直接干预佃农的生产，这有利于佃农的独立经营。同时，由于在定额租下增产部分可由佃农支配，所以他们的生产积极性也会因此提高。据文书分析，唐朝前期西州地方的土地租佃中，已主要流行定额租，宋朝两浙、江南等经济比较发达区域民田的租佃，也已较多地实行定额租制。租佃的官田，更是大多交纳定额租。

产品地租的租额，仍普遍实行“中分其利”的分成租，若佃户租借了主家的耕牛，还需另加牛租一二成。定额租视田地的肥瘠不同而相差很大，但一般仍为产量的一半。除正租外，地主们无

不巧立名目征收各种额外地租，如耗米、斛面、佃鸡、麦租等。中国古代额外地租的各种名目，绝大部分宋朝都已出现。此外，地主还用“划佃”等手法，不断提高征收的地租额。

在普遍实行产品租的同时，货币关系也在不同程度上影响着地租形式。在唐朝的西州，租佃“常田”的预付租，大多为货币。宋朝的官田租大量采用货币形式，不过这主要是出于财政的需要。比较有意义的是当时民田桑麻地的地租普遍交纳钱租，以及一些侨居城镇的遥佃户收折钱租，这反映了商品货币经济的发展。

其次，在宋朝官田的租佃经营中，出现了大量的由形势户包佃的现象，形势户包占官田，已不再像两汉豪民将其部分直接经营，驱奴耕作，而是全部转手再租给小农，充当二地主，从而形成业主、田主和种户的三层关系，使租佃关系更加复杂化。此外，部分官田佃户已经取得了实际上的永佃权，他们常常子孙相承，视官田“如同永业”。因此，宋朝的法律又规定租佃官田的佃户可以将佃权转移让渡。在转让中，新佃户须向旧佃户支付一定的代价，这就是所谓酬价交佃或随价得佃。不过土地的所有权与使用权（佃权）分离的现象，当时在民田中尚未发现，说明永佃权还处在萌芽状态。

最后，佃户的法律地位逐渐明确。

秦汉以来，佃农一直是世家大族的私属。直至唐朝，佃种大地主庄田的农民仍多“王役不供，簿籍不挂”。赵宋立国后，把客户登录簿籍，从而成了封建国家的编户齐民，他们的户籍权得到了承认，同别的编户齐民有了平等的关系。

尽管如此，佃客与主人的关系，在法律地位上却始终存在着主仆名分，是不平等的。而同罪异罚，则是主客法律地位不平等的主要表现。只是在宋初，佃客与田主在服刑上，封建法律尚未作出不平等的明确规定。仁宗嘉祐七年（1062），宋廷才规定，地主殴杀佃农，地方官可以奏申朝廷，“取赦原情”。到了神宗元丰七年（1084），又进一步规定田主殴杀佃客，可减罪一等，即将佃客的法律地位比平民降低了一等。此后，直至元代，主客这种法律地位上的不平等日趋扩大，佃客甚至低于平民三到四等。此外，在这一时期，有关佃农的其他各项法律条文，也日臻明确。

封建法律上的主佃关系是根据宗法家长制下不同关系来规范的，这表明中国的主佃关系具有家长制度的形式。

宋元间佃农法律地位低下的事实，说明自唐宋以来租佃制度虽普遍流行，但佃农对地主仍存在较严重的人身依附关系，租佃关系的发展还没有进入完全成熟的阶段。

第三阶段　自明朝到中华民国时期（14世纪末至1949年），单纯纳租关系的租佃制度逐步发展。

明清以后，封建租佃关系发展的主要标志是主佃之间严格的人身依附关系的衰落，宋元以来关于贬抑佃农地位的法律条文已被废弃。明清时期各地此起彼伏的佃农反抗斗争，既是导致人身依附关系削弱的重要原因，又是这种削弱的反映。洪武五年（1372），明太祖朱元璋下诏规定：“佃户见田主不论齿序，并行以少长之礼；若在亲属，不拘主佃，止行亲属礼。”主佃间虽仍有少长之别，

但封建礼仪毕竟不同于法律条文，它更多地属于社会道德的范畴。这一诏书第一次使中国历史上的佃农在同田主的关系上也享有了平民的法律地位。到了清朝雍正五年（1727）颁定新制，进一步禁止“不法绅衿私置板棍擅责佃户”。当然，明清佃户还远没争得与田主完全平等的地位，地主们还可以利用政权、族权、神权来压迫他们，但封建法典的更改毕竟反映了租佃关系的深刻变化。

明清时期，局部地区还存在着一种依附关系较强的租佃制，即佃仆制，它靠习惯和文约来维持，是宋元以来某些落后生产关系的残存，但它的延续，又与明清时期绅衿地主集团的发展有关。佃仆制流行于安徽、江苏、浙江、江西、湖南、湖北、河南、广东、福建等省的某些地区，皖南的徽州地区尤为盛行。不同地区对佃仆的称谓也有差异，如世仆、庄奴、庄仆、火佃、细民、伴余、伴等等。佃仆制度的主要特征是佃仆比一般佃农更为穷苦，处于与奴婢或雇工人相似的地位。他们除土地以外的主要生产资料均需由地主提供，与地主之间有严格的终身及子孙相继的主仆名分关系。即使退佃，名分永存。

不过明清的佃仆制已处于不断衰落的过程中，尤其是清中叶以后，佃仆对主家的隶属关系出现了松弛的趋向。如服役范围从无休止的“分外之征”趋向相对固定化，并需支付一定的酒资、小费。佃仆的数量日益减少。部分佃仆用赎身的办法，解除了与地主的主仆名分。同时，封建法律也有所变化。清雍正五年上谕，要将皖南伴等、世仆中“文契无存，不受主家豢养者”开豁为良，开始了一个在法律上缩小世仆范围的过程。嘉庆十四年（1809），皖南被开豁为良的世仆达数万人。道光五年（1825），又下达过类似的上谕。清末，佃仆一般只存在于一些强宗大族和缙绅地主的宗族内；民国年间，则多为封建宗法势力强固的宗族之祠堂所拥有，私人占有者已属罕见。

明清时期，地租形式也发生了较大的变化。实物分成租仍流行于全国，但已经开始了从分成租向定额租的全面转化。定额租制下的主佃关系，一般只是一种单纯的纳租关系。这是当时租佃制度的主流。劳动地租只在个别地区残存。有的地方，地主欲求佃农送租上门，已须支付一定的“脚力钱”。地主不再指挥生产或关心生产的好坏，以致出现了“惟知租之入而不知田之处者”的现象。在商品货币经济的刺激下，从定额租转化而来的由以折纳实物的货币租也有了一定程度的发展。但当时的货币租仍属于封建地租的范畴，在各类地租形式中所占比例也不大。至20世纪30年代，在经济比较发达的江苏省，货币租约占地租的百分之十六；浙江、安徽均为百分之十。

商品经济发展、人身依附关系削弱和定额租的流行，带来了押租制与永佃权的发展。

押租制就是佃客在开始承佃田地之时向地主交纳一定数量押金的制度。明朝万历年间（1573～1620），福建的个别地区已有实行押租的记载。清初，押租制渐次流行，至乾、嘉年间（1736～1820），已遍及十八个行省。押租一般具有两种涵义，其一，它代表一定的地权，故又称“顶首”、“基脚”等；其二就是作为地租的保证金，所以有的地区

称之为“信钱”、“押脚”、“垫金”等。“若有欠租，便可扣抵”，就这一点说，押租制的性质与当时流行的预租制相近。押租制发展的主要原因，是由于佃农抗租斗争激化，租佃间人身依附关系松弛化，使单纯靠超经济强制实现地租遭到了严重困难，因而需要经济关系作保证。押租额一般都视地租额为高低，但各地区并不一致，有的地方押租额高出地租许多。押租一般交纳货币。由于交纳押租使佃农损失了一定的利息，以及地主常常抑勒佃农加押，或当佃农退佃时拒绝退还押金，即所谓“烂押”，押租制使佃农所受的经济剥削加重了。民国年间，押租制仍在各地普遍流行。

所谓永佃权，就是对同一块土地，在地主对它拥有田底权（所有权）的同时，由佃农拥有它的田面权（使用权）。地主在买卖田底时，不能随意更换这块土地上的佃农，而佃农对土地的使用，以及在转让田面时，也不应受地主的干预。永佃权出现于宋代，元代也有个别的记载，但它的普遍发展，并形成一种较为广泛流行的制度，还是在明中叶以后。清代在南方经济较为发达的江苏、江西、福建、广东、浙江、安徽等省盛行此制。民国时期，永佃权更为发达。1936年，江苏省永佃农占佃农总数的百分之四十，浙江占百分之三十，安徽占百分之四十四。各地对永佃权称谓不一，如称之为田面、田皮、田脚、水苗、水租等等。永佃权的形成是通过买卖田皮、田面、佃业、质业，向地主交纳押金，及农民典押或出卖田底而保留田面等等而来。有少数富农为了扩大经营，也常常通过价买获得大批土地的永佃权，雇工经营，榨取剩余劳动。另有一些人，甚至包括绅监土豪，他们买取永佃权，是为了将土地转手出租，从事地租再剥削，这就是典型的二地主了。但多数贫苦佃农争取永佃权，是为了维持简单再生产，发展个体经济。永佃权的发展，虽然并未减轻佃农所受的经济剥削，却使他们基本摆脱了地主对生产过程的干预，争得了较为稳固的耕作权，在地权集中、佃权竞争激烈的情况下，有了反对地主增租划佃的手段，从而也就赢得了更多的人身自由。

明清以来，随着佃农队伍的扩大和自由租佃关系的发展，封建政府逐渐介入、干预租佃关系，代表地主阶级集中行使对佃农的控制权。一方面，早在元朝，封建政府就曾诏令私人地主蠲减地租。在清初，类似的蠲减地租的诏书颁发次数更多，意在推行与民休息政策，防止私人地主竭泽而渔，激化阶级矛盾。另一方面，行使保障私人地主经济利益的政策。南宋末年的法令中，已有“十月初一已后，正月三十日已前，皆知县受理田主词诉，取索佃户欠租之日”的规定。雍正五年清廷在禁止地主责打佃农的同时，又以法律形式规定了佃农欠租的刑事处分条文。此后各地方政府发布禁止佃农拖欠、拒交地租的告示，用政权的力量协助私人地主催租的现象日渐普遍。太平天国失败后，苏浙地区出现一种叫做“租栈”的组织，有的为官私合办，有的由豪商地主出面，官府为幕后支持者，联合某一地区的地主，置田业公会，设收租总栈，统一向农民收租。每年从租粮中抽出一部分上交地方政权，作为他们协助收租的报酬。民国时期，租栈组织仍是苏浙地区向农民实行超经济强制的主要工具。这是政权力

量介人租佃关系的一种具体形式。

从总体看，1949年以前，中国的租佃制度并没有全面进入单纯纳租关系阶段，资本主义性质的租佃关系尚未发生。土地改革运动后，中国大陆的封建租佃制度被取消。

【常平仓】

中国古代政府为调节粮价，储粮备荒以供应官需民食而设置的粮仓。常平源于战国时李悝在魏所行的平籴，即政府于丰年购进粮食储存，以免谷贱伤农，歉年卖出所储粮食以稳定粮价。范蠡和《管子》也有类似的思想。汉武帝时，桑弘羊发展了上述思想，创立平准法，依仗政府掌握的大量钱帛物资，在京师贱收贵卖以平抑物价。宣帝元康年间连年丰收，谷价有贱到一石五钱的，“农人少利”。大约就在这以后，大司农中丞耿寿昌把平准法着重施之于粮食的收贮，在一些地区设立了粮仓，收购价格过低的粮食入官，以“利百姓”。这种粮仓已有常平仓之名。当时边疆金城（今甘肃永靖西北）、湟水（今青海湟水两岸）一带，谷每石八钱，耿寿昌曾在这带地区收购谷物四十万斛。五凤元年到二年（前57～前56），耿寿昌鉴于过去每年从关东向京师漕谷四百万斛，用漕卒六万人，费用过大，建议从近处的三辅（今陕西中部地区）、弘农（今河南西部和陕西东南部地区）、河东（今山西沁水以西、霍山以南地区）、上党（今山西和顺、榆社以南、沁水流域以东地区）、太原等地籴谷以供京师，可省关东漕卒过半。这一措施收到成效后，耿寿昌又于五凤四年奏请在边郡普遍设置粮仓，“以谷贱时增其贾而籴，以利农，谷贵时减贾而粜，名曰常平仓。民便之”。常平遂作为一项正式的制度推行于较大范围之内。元帝初元五年（前44），在位儒臣借口关东连年灾荒，常平仓与民争利，遂与盐铁官、北假（今内蒙古河套以北、阴山以南地区）田官等一同废罢。事实上，常平仓虽为利民而设，但施行既久，也确有“外有利民之名，而内实侵刻百姓，豪右因缘为奸，小民不能得其平”的弊病。东汉明帝永平年间又拟设置常平仓，刘般即上述理由反对，因而作罢（一说于永平五年在全国各地推行，见《文献通考·市籴考二》）。

【户籍】

中国历代政府为掌握户口数量而设置的一种簿籍登记制度。

秦汉　从现存史料看，至迟在战国时期已建立了这种制度。据《史记·秦始皇本纪》，秦献公十年（前375），“为户籍相伍”。孝公时，户籍制度渐臻完备，户籍上注明一家人的姓名和口数，生者填上姓名，死时削去，此制早已见于《商君书》中《去强》、《境内》等篇。秦始皇十六年（前231），命令男子不论是否成丁，一律登记年龄，补充了旧有的户籍制度。云梦秦简《法律答问》提到人户迁居，应请求地方官吏“更籍”，地方官吏必须准确掌握所辖行政区域的户口，如果出现差错，则以律论罪。可见国家对户籍的管理相当严格。秦中央政府藏有全国户籍，刘邦入咸阳，萧何急进丞相府收取图籍，其中即包括户籍。

汉代户籍又称“名数”。汉代政府非常重视户口数，它是政府制土处民，征收贡赋，制造器物，规定禄食，兴发力役，组织军旅的基本根据。因此，用以登记户口的户籍，当然受到重视，并制定有关政策，以保证户籍制度的推行。

战国以来，秦即实行户口调查登记。汉沿袭前代旧制，每年县、道官吏负责进行登记验查户口，当时称为“案户比民”或“案比”。案比的时间规定在八月。汉初采用秦历，以十月为岁首，八月案比，九月造册，适值岁末结束。这时也是一岁田功告竣的时候。案比时民户每人均须亲身到场。据《后汉书·江革传》记载，每岁案比，江革自己挽车送母亲到县廷接受主吏验视，可见汉代案比的严格。

在案比的基础上，县、道编造户籍。户籍的内容，包括每户男女人口、姓名、年龄、籍贯、身份、相貌、财富情况等。汉县、道有户曹，主管户口簿籍。编造户籍应属户曹职掌。岁终时，县、道上计于所属郡国，郡国上计于中央。丞相或三公之下也设户曹主管全国户籍。上计项目有本县、郡户籍民数、垦田数量、钱谷入出、“盗贼”多少等，户籍是其中很重要的一项内容。

国家为了得到最高数额的民数，规定每人必须著名户籍，并以法律作为约束，防止人户脱籍。从史料估计，汉初文景时期户籍大约依法实行。但到武帝晚年，失籍逃籍的人为数一定很多，《汉书·石奋传》记载武帝元封四年（前107），关东流民二百万口，没有户籍的多达四十万口。且当时兼并日烈，地主豪强自己逃避户籍，又荫庇佃户使隐脱户籍，因此登记入籍的人户日少。到了宣、元至哀、平时期，估计户籍登记已大致恢复。所以《汉书·地理志》所记平帝元始二年全国户数一千二百二十三万三千余户，口数五千九百五十九万四千余人，可能接近事实。东汉政治废弛，脱籍成为严重的社会问题，明、章、和、安、顺诸帝屡发诏书，让脱漏户籍的流民及其他人入户著籍，但始终没有达到目的。这说明汉代的户籍制度越来越不能贯彻。因此，史书上根据政府户籍记载的东汉郡国民数，与实际情况距离就越来越远。

魏晋南北朝 三国战乱，民多脱籍。因当时政府已无法掌握具体的人口数字，故曹魏废西汉以来的算赋、口赋而行户调。西晋平吴统一全国后，颁布以丁男、丁女为基准的占田课田制和户调式，并规定了品官荫客、荫亲属的具体限额，说明国家户籍制度开始趋于稳定。时户籍皆用经过药物处理的黄色的一尺二寸札，已在官役者载名，故称“黄籍”。西晋速亡，导致户籍制度再度出现紊乱。十六国时期，中原地区“或百室合户，或千丁共籍”，无严密的户籍可言。南燕主慕容德曾在辖区内“正其编贯”，得荫户五万八千户。除此之外，十六国诸政权均无检括户口之举。东晋南朝承西晋之制，仍用“黄籍”，但却有为侨居江南的北方流民所设立的临时户口，时称“白籍”。凡入白籍者，无徭役赋税。此外，依附于门阀士族的部曲、佃客亦不在黄籍之内。针对这种现象，为保证国家财政收入，东晋南朝曾多次进行“土断”。“土断”的中心内容是整理户籍，取消一些侨州郡县，将部分白籍户纳入黄籍，并清查隐匿漏户。由于流民不断南下，土断政策贯穿整个东晋、

南朝。在北朝，户籍制度亦逐步完备。孝文改制，颁均田令，行三长制，当有较严密的户籍制相配合。西魏、北周，有计帐、户籍之法。敦煌出土的西魏大统十三年（547）计帐残卷，是当时计帐、户籍制度的珍贵实物。计帐所载项目颇多，主要有户主及户内成员、依附人口的姓名、年龄、丁中、受田数字、应纳租调数等等，与户籍同为控制劳动人民、征发赋役的依据。

唐　唐代户籍主要包括户口、土地、赋役三项内容。规定三年一造；凡季年（即逢丑、辰、未、戌之年）正月上旬，各县主管户籍的户曹就要携带本县上两年所造的手实、计帐到州府去造一州之籍，籍依乡、里次序逐户登记，每户以户主为首，记其姓名、年龄、性别、丁中、户等、身份（如职资、卫士、白丁等），是否课户、现输与否，若有官勋，亦需注明获得日期及同“甲”之“甲头”（唐代将同一批授官、授勋、登第者分为团，称团甲，其第一名者称“甲头”）。以下登记家庭成员（包括良、贱口），先书其与户主之关系，然后登录名字、年龄、性别、丁中、身份等情况，与户主同。最后还登记当户应受田数、已受田数、未受田数。已受田还要登记其每段亩数、坐落所在与其四至，并记明“永业”、“口分”与居住园宅。有的户籍还登记当户应纳租调的数字。造籍一式抄写三份，以乡为单位，粘接成卷。粘接处，骑缝写上某州某县某乡（有的还加某里）籍，州、县名上各盖州、县官印，以杜绝改换作弊。规定在三月三十日前造完。造毕，装潢一份送尚书省户部，两份存州、县籍坊（库）。尚书之籍保存二十七年，州、县之籍保存十五年。造籍后三年内的人口滋生、死亡、没落、逃亡、新附及奴婢买卖而引起的变化，既要在每年一造的手实、计帐上登记，也要在下次造的新户籍上附注明白。甚至因诈伪而由貌阅改正的情况也要记上。总之，登记得非常具体详悉。造籍的费用，由居民负担，每人一钱。至唐玄宗时户主名下加注曾祖、祖父之名，即所谓“三状”；各人名下注毕即书一“空”字，表示此下无字，以免后来添注作伪。这些办法都是为了加强控制，防止逃亡，保证赋役剥削的对象不致减少。但是逃亡仍然不能避免，作伪亦层出不穷。安史之乱后由于战乱流徙，加上政治腐败，以致长期不造新籍，或仅据旧籍转写，前期严密的户籍制度业已成为空文。

敦煌、吐鲁番出土的户籍残卷，不但是研究唐代户籍制度的原始实物，而且也是研究当时阶级关系、民族关系、赋役制度等等的宝贵资料。唐代户籍制度也为日本所仿效。日本《养老令》所载户令，基本上出自唐制。日本还保存不少古代的户籍，也为研究唐代户籍制度提供了旁证。

宋　宋代官府依据民户有无税产的情况，把全国居民划分为主户和客户两大类，在主户中，又依据税钱或家业钱的多少，将乡村户划分为五等，坊郭户划分为十等（见户等制）。

宋代版籍有户口版籍和二税版籍。户口版籍有时简称版籍或户籍，又称人户产业簿、丁产等第簿，或五等簿、五等丁产簿等。二税版籍又称税租簿、夏秋税簿、夏秋税管额帐等。分别相当于唐代三年一造的户籍和一岁一造的计帐。户口版籍虽是户籍正宗，但二税版籍亦

需首先在“新收”、“开阁”、“逃移”、“见管”诸项下开列坊郭、乡村主、客户数和丁数，并需开列丁、中、小、老、疾病的人数，与户籍有密切关系。在户口版籍和二税版籍之外，另有称作丁籍，或丁帐、丁口帐的簿籍，一岁一造，亦起着与户籍相似的作用。

北宋建立之初，户籍制度极不健全，直至至道元年（995）下诏复造天下郡国户口版籍以后，才逐渐步入正轨。按照规定，每逢闰年，即推排家产、升降户等，重造一次户口版籍。造籍以县为单位，由县令、佐责成耆长、户长、乡书手上门登录核实各户税产、物力、丁口，定出户等，注明已服差役名目，先张榜公布，如有不实，听民自言，然后编造成册。熙宁年间实行募役法和保甲法以后，五等户籍虽未明令废罢，但逐渐被保甲簿所代替。

辽金元　辽代人户分隶诸斡鲁朵（宫帐）、部族和五京（见辽五京）州县。诸帝及执政之应天、承天二太后皆置宫帐（韩德让特许置文忠王府，拟诸宫例），分州县、析部族隶之，设官府，籍户口，备兵马。宫帐户籍分正户（契丹人）和蕃汉转户（渤海、汉人等），每户皆二丁（年十五至五十为丁），并列有各宫出骑军数，其户、丁数分别见《辽史》的《营卫志》和《兵卫志》。契丹人及所征服诸部族游牧民皆置为部，其户籍不详。辽太宗时籍五京户丁以定赋税，五京诸府州县丁籍见《兵卫志》（中京道仅有三韩县丁籍），户数则见《地理志》（不全），也是每户二丁。

金代人户分别隶于州县和猛安谋克（汉人、渤海人不得充猛安谋克户）。其户口计帐三年一籍。自正月初，州县户由里正、主首，猛安谋克户由寨使，至编户家责手实，具男女老幼姓名年龄（分正口和奴婢口）、田亩、牛具及其他事产，二十日报县，二月二十日申州，到四月二十日，各州县、猛安谋克所造之籍一律送到户部。户部由郎中、员外郎各一员掌户籍等事。从大定四年（1164）起，因民户贫富变化，赋役不均，损害政府的赋税征收，于是又实行通检推排，清查户口、物力，按贫富分户等，定科差。

蒙古建国（1206）之初，即按千户制编籍全国游牧民，共编九十五千户，并在成吉思汗子弟中实行领民分配，这些都登记在青册上。后来在所征服的中原、西域各地区括户造籍，皆称青册（或“户口青册”）。太宗六年（1234）灭金后，下令抄籍中原汉地诸路人户，次年（乙未年）完成，称乙未户籍。宪宗二年（1252，壬子年），因户口流亡、隐占者甚多，无法按乙未籍册科征赋役，遂命重新统计户口数字，是为壬子户籍。后来在壬子籍册基础上核实“续括”。元世祖至元七年（1270）复“括天下户”，但此次实际上并未全面地重新籍户（《元史·地理志》所载诸路户数，仅大都路和南阳州用该年抄籍数），只是按照壬子籍册阅实，将漏籍、析居等户编入户籍。次年颁布《户口条画》，对诸色人户归属作了详细规定。十三年灭南宋，初用其所上户籍，至二十七年，重新抄籍江淮以南诸路人户。此后就没有再进行过全国性的统一籍户。故宋濂说，元代北方户籍定于壬子，南方之籍定于至元二十七年。《元史·世祖本纪》自中统二年（1261）至至元十二年，逐年皆载全国户数，当是据州县申报的户

口增损数字统计。文宗至顺元年(1330)，又有全国各地的钱粮户数统计。

籍户后，由官府发给居民印押“户帖”又称“户券”，注明该户丁口、资产及承担赋役情况。元代户籍的特点是，居民按职业分为一般民户及军户、站户、匠户、盐户、儒户、医户、乐户、僧道、鹰房、打捕等十几种，分别著籍，称为“诸色户计”；一经定籍，即不得更易，世袭其业，承担不同的赋役。由于没有实行定期籍户的制度，元代户籍脱离实际的情况尤为严重。

明　明太祖洪武三年（1370)，命户部籍全国户口，置户籍、户帖。户帖格式由户部制定，颁行各州县，各州县照式刻印，给予里甲人户。首列《洪武三年圣旨》，继列户主姓名、贯址（某府、某州、某县、某乡、某都、某保)、所隶役籍（户分三类：民户、军户、匠户，各以其业著籍)；其次开列全家口数、男子成丁、未成丁人数及其姓名年龄、妇女大小口数及其姓名年龄；再次开列户下事产，包括田地、山荡、房屋、船只、牛畜等项；最后列有刻就的户部尚书、侍郎以及官员的押名以及本州县正官首领官吏填入的姓名。一个户帖分作两联，编以字号，骑缝处加盖户部印，称半印勘合，一联给各该户主收执，一联存户部即为户籍，以便编审赋役。并命州县每岁统计其户口登耗，造册上报。洪武十四年编制赋役黄册后，户帖逐渐失实以至废弃不用。

所谓赋役黄册，是明朝用以管理户口、征调赋役的制度。因皆以黄纸为面，故名。洪武三年，浙江湖州等府曾编制过小黄册，规定每百家画为一图（即编为一里)，推丁多、粮多者若干人为里长、甲首，负责催办税粮军需，十年一轮，是为“小黄册图之法”。十四年，明太祖朱元璋在全国推行里甲制度的基础上，诏令编制赋役黄册。规定每里（一百一十户）编为一册，册首类总为图，记载税粮户口之数；鳏寡孤独不任役者则带管于一百一十户之外，列在图后，名曰畸零。册凡四：一本进户部，所在司、府、县各存一本。二十四年，又颁行编制黄册的格式，各州县依式翻刻，发至各坊、厢、里长和甲首及各户。黄册以户为单位，依式填写所在都图里甲，标明属于正管（满一百一十户之里甲人户）还是带管（不足编作一里之余剩人户）抑或是畸零（鳏寡、残疾、幼小及外乡寄庄人户)，以及户主姓名、贯址、都图、役籍、轮充里甲年份，并按旧管、新收、开除、实在四项（合称四柱式)，填具人丁和事产（包括田地山塘、所纳夏税麦和秋粮米的数目、房屋、舟车牛马等）的数目，此即“亲供首状”或“清册供单”。各户填后交甲首，甲首交该管里长，再交见役里长。由见役里长按各户人丁事产之多寡，分为上中下三等，排年应役，并订为四本，作为本里之草册，送本管提调官查核后，发还各里，依式誊写，作为正册，报送本管衙门类总。县将各里之册类总并编一总册，逐级上报，府、布政司类总后也各编一总册，年终进呈并解送南京户部。各里进呈之文册和司府州县之总册，俱用黄纸为面；地方存留之文册，用青纸为面。因所编皆民户，故又名民籍黄册。黄册编定之后，发给各户一纸帖文，按四柱式写明该户所纳粮签数额，据此纳粮当差。

明初定制：黄册每十年编造一次。依据旧册，并将十年内重填各户人丁事产的变迁。这既能掌握全国每户人丁事产的变迁，也是为了使赋役负担尽可能比较合理。明中期以后黄册制度渐趋败坏，每逢编造黄册时，里甲书手人等徇私舞弊、上下其手、变乱户籍、飞洒税粮、诡寄田产、漏报人丁、脱免差徭、挪移里甲，使黄册形同虚设，出现了“人多百岁之老，产竟世守之业”的奇怪现象。在这种情况下，官府征税编徭则又自为一册，名为白册。

民籍黄册外，又有军籍黄册。用以管理军户承袭军职、补丁勾军、防止脱免等。也是一式四份，即兵部与所在省、府、县各一份。

为妥善保管与利用黄册，朱元璋在南京玄武湖中小岛上修建了专门收藏黄册的库房，是为后湖黄册库。官吏非经批准不许入库，各级衙门为查对辖下的军民户籍，只许调阅有关年份和项目，不得抄录全册。每逢大造黄册之年，派南京国予监监生来库进行核对，如发现新旧册籍间有矛盾差错，即严令订正。为便于采光防霉，后湖黄册库库房均按东西方向建筑，并订有晾晒、整理和警卫制度。明成祖朱棣迁都北京后，黄册库仍留南京，存储黄册曾多达一百七十余万册。此外各省、府、县亦设有专门储存本地区黄册的库房，名为架阁库。

清　清沿明制，以丁口定赋役，需确查人丁数目，据以征丁赋，故有编审户口制度。

顺治元年（1644），清廷令州县编置户口牌甲；四年，诏令编审人丁；五年，规定每三年编审一次，十三年改为五年一次。编审办法，将户分军、民、匠、灶四籍，各定上中下三等。城乡各籍军民每百一十户划为一单元，城中称“坊”，近城称“厢”，乡村称“里”。坊、厢或里，推其中丁多者十人为甲长，其余百户分为十甲，各户将十六岁至六十岁的丁男（个别省份，如江西，曾一度包括妇女）数目报告甲长，甲长以上逐级呈报，由户部汇齐全国总数，具疏奏报皇帝。

清代历次编审，弊端甚多。各级胥吏借此勒索，百姓不堪其扰；有司官员恐因人丁数增而难于催征加收的赋粮，故意隐匿户口，不愿上报实数；商贾流民不能及时登记；偏僻地区及少数民族人丁更难统计齐全。因此，编审数字往往虚假不实。

康熙五十一年（1712）规定盛世滋生人丁永不加赋，以康熙五十年钱粮册内载名的丁数为准，赋役永为定额，雍正年间丁税地税合一，各直省逐步将丁银摊入地粮（见摊丁入地）。这样，为定赋役而实行的人丁编审已经失去意义，故于雍正四年（1726）议停。乾隆五年（1740），令各督抚于每年十一月将户口数与谷数一并造报。乾隆三十七年谕永停编审。

【户等制】

中国一些封建王朝在登记户籍时，按编户资产多少，划分为不同等级，以作为税役多少轻重的标准和依据。汉代已依据各户财产多少，分等征税，但没有户等制的明文记载。自三国时曹魏至北齐、隋、唐，实行九品户和九等户制。唐朝将上上户、上中户、上下户和中上户四等作为“上户”，中中户、中下户

和下上户三等作为“次户”，下中户和下下户二等作为“下户”。按户等的差别，分摊户税、地税等。大致在五代时，开始出现五等户制。宋承五代遗制，将乡村主户，按财产多少，划分为五等，一、二、三等户为上户，其中，二、三等户也称中户，四、五等户称下户。坊郭户则分成十等。宋朝规定，每隔三年，各地乡村要重造五等丁产簿。乡村划分户等的财产标准，南北各地极不一致，大致依据：①各户家业钱的多少，家业钱额是将各户的田地与浮财折算而成；②各户税钱和税物的多少；③各户田亩的数量；④各户播种种子的多少等，但归根到底主要还是依土地多少和肥瘠以定高低。宋代户等制远比前代完备，在赋役制度上的重要性更为突出。两税的支移和折变，规定先富后贫，自近及远的原则，往往上户从重，下户从轻。其他如和买、义仓、科配等等都有类似规定。在灾年则往往按户等高低，首先蠲免或减少下户的赋税，并对下户实施赈济。在差役方面，北宋前期和中期，第一、二等户任耆长、户长、里正、衙前，第三等户充弓手，第四、五等户充壮丁，也体现了户等愈低，差役愈轻的精神。摊派夫役，有时也按户等规定各户出夫多少。封建国家实行户等制是从维护地主阶级长远利益出发的，目的在加强对广大农民的控制，增加更多的赋役（见职役）。但在实行的过程中，首先破坏户等制的正是地主土豪。大家富户勾结地方官吏，往往将赋役转嫁给贫民下户。

金元两代也继承了这一制度。金世宗大定年间（1161～1189），遣使验各户土地、牛具、奴婢之数，分户为上、中、下三等。有些地方又析每等为三级，故又称三等九甲户，或九等户。元世祖至元元年（1264）于北方行三等九甲之法。灭南宋后又推行于南方。科差、杂泛差役、和买、和雇等均按户等承担。签充军、站户亦以户等为依据。但元朝户籍制度混乱，没有定期的户籍登记和调整户等的规定。户等名不副实。元朝末年，户等制名存实亡。

明朝，户等仍是各地编发徭役的依据，但明政府对户等的划分及调整始终没有统一的规定。随着徭役负担逐渐向土地转移，户等制亦渐趋消亡。

【坞壁】

具有围墙的防御建筑。又称坞、营坞或坞候。汉武帝刘彻为防御匈奴，在北方及西北边塞上筑有大量坞壁。居延等处出土的汉简中有许多有关坞壁的记载，其中有年代可考的最早为宣帝五凤二年（前56）。从这些记载看，边塞的坞壁是一种较城、障为小的防御工事（有时大于小障），筑在亭、燧的外围，因此亭、燧亦可称坞。坞有时分为内坞与外坞，均有出入口，置门户，有卒守把。坞内有屯兵和居人的房舍。登亭、燧有称为坞陛的台阶。坞上并可举烽。东汉时，为守御匈奴、乌桓和西羌，继续在边塞乃至冯翊（今陕西高陵）、扶风（今陕西兴平东南）、魏郡（今河北临漳西南）、赵国（今河北邯郸西南）、常山（今河北元氏西北）、中山（今河北定县）等内郡缮作坞候，最多的两次曾达五百所和六百一十六所。

与此同时，地方豪强也仿照边塞坞壁的形式营建自己的庄院，作为控制农民和对抗外来势力的政治、军事和经济

据点。东汉初年的战乱中，清河（今河北清河东南）大姓赵纲就曾在县界起坞壁，缮甲兵，为害地方。此后，随着豪强地主势力的发展，这种地主坞壁越来越流行。从东汉墓葬中的壁画、画像砖和陪葬明器看，这种地主坞壁建筑呈城堡式。周围为高墙，门上有门楼，四角有角楼，坞中有的还有高层的楼橹建筑，门楼、角楼和楼橹乃至墙垣高处开有瞭望孔或射孔。大门有卫士把守。坞内有坞主居所、卫士和奴婢仆隶乐队等的居处，还有仓廪、手工业作坊等，显示了大地主田庄力求独立自主和自给自足的特点，汉末黄巾起义后，豪族地主为镇压农民，乘时造成割据局面，更是部勒宗族、宾客、徒附，组织部曲、家兵，修坞筑堡，跨州连郡。坞壁成了公开的地方武装割据的据点。

魏晋南北朝时期的坞壁也称“坞堡”或“壁垒”。多择既有山林险阻，又可进行农耕的宜守宜农之地设置。比较常见的是采取血缘和地域的形式，以宗族与乡里作为团聚的纽带，即宗族豪强的坞壁。世家大族或地方豪强自为坞主，或称宗主。他们以宗族乡里关系组织地方割据武装，被控制的宗人乡亲实际上是坞主的私人部曲，坞壁也就是豪强割据的据点。此外，也有以流民结集的方式出现的坞壁，坞主都由流民公推有才能或宗族势力相对强大者任之。流民坞壁中坞主与其下的流民在初期尚无明确的依附关系，但久而久之，亦形成私人依附关系。

坞壁作为一种社会集团必然采取的组织形式，具有分裂割据的性质。但在不同地区和不同历史时期，坞壁的作用也不能一概而论。东汉末年黄巾起义后所组成的坞壁，具有明显的抗拒农民起义的性质。两晋之际所组成的坞壁，则有防暴避乱、抗拒北方少数民族贵族进扰中原的功能。而南朝侯景之乱后出现的“郡邑岩穴之长，村屯坞壁之豪”，却以打家劫舍，缚卖居民为业，是破坏社会秩序的势力。此外，战乱时期出现的坞壁，多且耕且战，自保自存，在一定程度上起到了组织和维护生产，使宗亲或流民免遭劫掠杀戮的作用。

坞壁主要盛行于北方地区。十六国和北魏的统治者。为了维持他们在各地的统治，往往按坞主的实力大小，分别给予县令、太守、刺史等官职，大小坞壁又成为各级地方政权机构的治所。北魏前期，推行宗主督护制，更全面地承认了宗主们及其控制下的大小坞壁的合法地位。魏孝文帝元宏推行三长制，三长代替了宗主；邻、里、党等地方基层组织也取代了大、小坞壁组织。但是，地方豪强势力和他们借以割据的坞壁仍然存在，社会一有动荡，结坞自保的情况也就重新出现。唐以后，坞壁转入衰落，但并未根绝。

【杂泛差役】

元、明时期与正役相区别的徭役制度。杂泛主要是征发人夫从事造作官舍、治理河渠、修建城池、递运官物等项力役。差役源于宋代的职役制度，有里正、主首、隅正、坊正、仓官、库子以及弓手等项职役。元代前期，杂泛差役的承担者是汉人和南人中的民户，还有一部分色目人民户。因为享有免役特权的户较多，不少民户亦设法避役。因此元政府于大德七年（1303）发布诏令：原来

不当役的军户、站户、匠户、打捕鹰房户和投下户，也要一律当役。这种扩大应役范围的做法引起了较大的争议，实施时也变化无常。

杂泛差役的差充是根据资产、丁力进行的。至元二十八年（1291）颁布的《至元新格》规定：根据民户贫富情况，按人丁多少，开具姓名，编定差科簿，作为编发力役的依据。差役的编发标准是“各验丁产，先尽富实，次及下户”，应役对象主要是地主和一部分富裕的自耕农。元朝一代，对力役的服役期限并无明确规定，各级官吏任意签发力役，毫无限制。沉重的力役主要由中下等人户承担。对于可以借机把持地方、鱼肉乡里的里正、主首等役，地主豪强千方百计营求；若无利可图的差役，则用投充或诡名析户的方法避役，使差役负担转嫁于中下等人户。至于库子、仓官等，因其既无利可图，又极易出现亏空，所以上至富家大户，下至自耕农，皆设法躲避。元朝中后期，赋役不均的情况不断发展，成为元朝社会矛盾加深的一个侧面。

明代亦以民户丁粮多寡、事产厚薄为基准，分别编签人丁从事不定期的各种力役。赋役黄册定民户为三等九级，凡遇徭役，发册验其轻重，按照所分上中下三等人户当差。此类杂泛差役，名目繁多，按服役对象，可分为京役、府役、县役及王府役，按服役性质，可分为官厅差遣之役（如皂隶、门子、斋夫、膳等），征解税粮之役（如解户、贴解户、巡拦、书手等），仓库之役（如库子、斗级、仓夫等），驿递之役（如馆夫、水手、铺司、铺兵、渡夫等），刑狱之役（如弓兵、狱卒、禁子、防夫、民壮等），土木之役（如民夫、柴夫、闸夫、坝夫、浅夫等）。随着统治机构的庞大，杂泛差役的征发日趋频繁，正统年间出现了均徭法。定期编审，在赋役黄册外另编均徭册，以税粮人丁多寡为基准均摊杂役。除部分杂役编入均徭者外，其他一切非经常性的使役科派，诸如砍薪、抬柴、修河、修仓、运料等，多属临时编签，名曰杂泛。一条鞭法实行后，杂役折银，按丁地编派，随秋粮带征。

【门生】

东汉称儒学宗师亲自授业者为弟子，转相传授者为门生。东汉中后期，渐与宗师形成私人依附关系；魏晋南北朝时成为世族豪强地主的一种依附人口。

东汉崇尚儒学，通经方能入仕，因此郡国学和私人讲学盛行。入仕主要通过察举、征辟，又需官僚举荐，于是大批追求功名利禄之士纷纷投靠以儒学起家的官僚门下充当门生。明帝时太常桓荣有门生数百。桓荣的门生丁鸿官至少府，有门生数千。官至大司农、太常的楼望，晚年门下诸生著录者达九千余人。许多人并无师生之谊，也求列入通儒显贵的门生名籍，倚势谋利，规图仕进。流风所被，连并非传授儒业的外戚窦宪、宦官王甫等人也有不少门生。东汉中期以后，以儒学起家的官僚逐渐形成了一些累世公卿的门阀大族，著名的如四世三公的弘农杨氏，四世五公的汝南袁氏等。他们把持仕途，世单家富的人往往只有依附于他们才有做官的机会。门生投靠宗师举主者日多，对门阀大族的形成和发展起了重要作用。

充当门生，要“袭婢妾之态，或奉货而行赂以自固结”。他们不仅要出财货，致赙赠，还要为主人奔走服役，甚至要为主人行不法之事。灵帝光和年间宦官王甫指使门生卖官得财物七千余万就是一例。门生要以君臣父子之礼事宗师举主，主子死了要服三年之丧，并继续奉侍其后人，形成一种世袭的臣属关系。

当时，一些门阀大族如弘农杨氏、汝南袁氏等，门生、故吏遍于天下，成为门阀大族强大的外围政治力量。东汉末年的黄巾起义和军阀混战中，不少门阀大族利用门生、故吏等组织私人武装进行割据。袁绍起兵讨伐董卓，山东诸将起而响应的大都是袁氏的门生、故吏；袁绍割据河北，其本郡汝南袁氏的门生、宾客，布在诸县，拥兵拒守，不服从曹操的号令，充分说明了门生对主人的依附关系的牢固。

魏晋南北朝时期，作为依附人口的门生，大致由两部分人组成。一部分门生属于被剥削阶层，常用于军事活动或生产活动，如南齐刘怀珍曾启请以门生千人充宿卫，谢灵运以义故门生数百凿山浚湖，他们的身份地位相当于部曲、佃客。另一部分门生是比较富裕的庶族地主，他们为了提高社会政治地位，求取官职，往往通过送礼行贿，去投靠高门世族。刘宋徐湛之门生千余人，都是三吴富人子弟，资质端妍，衣服鲜丽，每出入行游，途巷盈满。不过，门生随入官署的人数通常都有一定限额。他们还可以通过主人的举荐而被任用为主书、令史一类杂流官，如东晋谢安任桓温的司马时，举荐门生数十人全部得到任用。但吏部选用公卿士大夫的门生，通常不多。门生在取得官职之后，可能继续得到升迁，执掌机要，因此不失为庶族地主进入封建政权的一个重要途径。

唐代科举考试，考生得中进士后，对主考官亦称门生，虽有投靠援引之意，已非依附关系。后世门生，主要是指学术上的师承关系。

【军户】

中国古代世代从军、充当军差的人户。东晋、南北朝时，士兵及家属的户籍隶于军府，称为军户。军户子弟世袭为兵，未经准许不得脱离军籍。北魏军户亦有用俘虏充当的。宋朝将应募充军的人户称为军户，军士年老退伍后除籍。军户制度在元、明两朝最为完备。

元朝军户必须出成年男子到军队服役，父死子替，兄亡弟代，世代相袭。元代军队成分复杂，与之相应，军户也有蒙古军户、探马赤军户、汉军户和新附军户之分。蒙古族主要以游牧为生，兵民一体，十五岁以上的成年男子都是士兵。但随着统治地区的不断扩大，政权职能日益复杂化，蒙古国对居民实行分工，有的专服军役，有的专任站役等。专服军役的蒙古人户后来便称为蒙古军户和探马赤军户（见探马赤军）。灭金以后，蒙古国多次在原金朝统治区居民中签军，被签发出军的人户称为汉军户。当时将居民按资产分为三等，汉军户主要是在中户中间签发。元朝灭南宋时收集的南宋军队，称为新附军，有家属者便称为新附军户。

军户的管理，自成系统。各种军户的来源不同，管理办法也不同。对蒙古

军户和探马赤军户，在有关万户府或千户翼中设立奥鲁官管理；对汉军户，也设立謍鲁管理，但奥鲁官由路府州县的长次官兼任；对新附军户则不设奥鲁，由管军官管理。政府对士兵只发给口粮、食盐和衣装，马匹、兵器和其他费用均由其家供给。士兵的日常费用称为封装（桩）钱，每年由奥鲁官向军户收取，汇交中书省，再由中书省通知所在各行中书省支付有关军人；后来，又采取各万户、千户直接派人到各奥鲁收敛的办法。军户因负担出军费用，在赋役上可得到一定的减免，如：①税粮，四顷以内免纳，以供军需，四顷以上要交税。②杂泛差役，军户全免。③和雇、和买，边远出征军人全免，其余军户中有物力之家要负担，无物力之家可免。新附军户则例外，不仅军人本身支盐粮，家口也可按月支盐粮，因而他们占有的土地与民户一样，都要当差纳税。汉军户中，实行正军户、贴军户制，即以两三户或三五户合出一军，其中丁力强者充军，其余出钱津贴。出军者称为正军户，出钱津贴者称为贴军户。正军户、贴军户制的推行，主要因为军户中贫富日益悬殊，贫者无力出军，元朝政府可用这种方法使贫富相资，保证兵源。在蒙古军户和探马赤军户中，并无正户、贴户之分，但被释放的驱口，通常即成为原使长（驱口所有者）的贴户，实际上仍保持一定的依附关系。这种贴户与汉军的正户、贴户关系有所不同。新附军户中也没有正户、贴户之分。

军人征戍远方，装备和日常费用为数很大，军户常因负担过重而被迫出卖家产。各级军官和奥鲁官吏又以各种名目对军人及其家属敲诈勒索，更迫使军户破产逃亡。元代中期，军户逃亡的现象已很严重，元政府虽然三令五申，如一方面劝诱军户复业，另一方面戒饬军官和奥鲁官吏，但并没有取得效果。元顺帝至正五年（1345），下令革罢奥鲁，军户制完全破产。

明初，军队由“从征”、“归附”、“谪发”、“垛集”四部分构成。洪武二十一年（1388），在元代旧籍册的基础上，由兵部改置军籍勘合，详细开列军户从军来历、调补卫所年月、在营丁口之数，从而建立起新的、较为完备的军户制度。非经皇帝特许或官至兵部尚书，任何人都不得自行改籍。军户的军差包括：①户出一丁赴卫当兵，是为旗军。旗军或操守，或屯种；②户出一余丁随正军到营，佐助正军，供给军装；③军户户下须以一丁供给在营正军；④户下若无丁壮，须佥幼儿为“幼丁”，以备成丁后勾补当差。为使军户能自备服装盘费，明政府规定：军户耕种的田地（军田）在三顷以内者可免杂役；三顷以上者须与民户一起承担杂役；随营余丁和户下供应余丁亦可免当差；正役仍要承担。但这些制度在实际执行中并未贯彻，军户的杂役负担没有减轻。同时，在社会地位上，军户亦低于一般民户。民户若与军户通婚势必连累自己的子女；军户丁男仅许一人为生员，民户则无限制；正军户五丁以上方许充吏，民户二丁以上即可充吏；民户有罪，往往以充军处罚，军户不许将子侄过房与人，脱免军籍。

与元代相同，明兵丁征戍远方，军装盘费数目很大。一丁出征，一家以至一伍、一里都要受累。若一家佥两三丁，分当两三处军役，则更属重役。各级官

吏甚至一普通生员都可以任意役使军丁、克扣月粮。有明一代，军户逃亡的现象十分严重，明政府曾多次派人勾补逃军，甚至专门设有清军御史处理军户逃亡及勾补军伍事宜。明中叶后，军户制度形同虚设，募兵渐渐成为明朝官军的重要来源。清代屯卫兵丁和充配为军的人户，亦称军户。

【国、野】

周代城乡两个地区。国为城区，住着称为国人的统治族人；野是农村，住着名为野人的被统治族人。国中之地，包括城内及城郊地区。城的中心为君主和卿大夫等人的宫室，城郊为平民居住区。城郊之外为野，地域广大，其面积视侯国大小而定。在国、野中，有不同的行政组织。国中称为乡，野中称为隧（遂）或鄙，周王室及一些诸侯国有此制度。周初，淮夷攻伐鲁国，鲁公伯禽召集三郊三遂人进行讨伐。当时东郊不开，故周初鲁国有四郊（乡）四遂。齐桓公时，国分二十一乡，工商之乡六，士或农之乡十五。鄙野分五十个县。宋平公时，国有四个乡正，此外还有隧正。楚灵王任命大夫蔓成然为管理国都乡遂之交地区的郊尹，故楚有乡遂之地。郑定公时，有管理野人的野司寇，故郑有野以及与它对立的国。

在周代，诸侯国中国野制度除有直接记载者外，还在另一些材料中得到间接反映。卫国君主懿公好养鹤，鹤有禄位，狄人入侵，国人不出战，招致灭国。郧国太子朱儒安居于夫钟之地，遭到国人反对，被迫出走。晋国世卿栾盈被放逐，君主平公对国人下令说，得到栾盈及其党羽者受重赏。吴王阖闾对患病和贫穷国人给以照管。秦穆公死，用子车氏三兄弟奄息、仲行、鍼虎殉葬，国人赋《黄鸟》之诗，表示哀痛。莒君庚舆，暴虐无道，铸剑必定用人试剑的利钝，大夫乌存帅国人逐之。越王勾践于灭吴之战前，召集国人到国门外，令其献计。以上事例说明卫、晋等诸侯国均有国人。国与野相比较而存在，可见这些侯国有国、野之分。

侯国之卿的采地有都、鄙，其社会的构成与君主所在的国、野一致。居于都中的人称都君子（贵族）或都人（平民），其地位与国人相同。都外的鄙，应为被统治族居住之地。都、鄙大致相当于国、野。

春秋时，社会经济的发展及诸侯国内外严重的政治军事冲突，促使国人地位下降，野人社会地位提高，两者逐渐合一。国、野间界限被打破，国野制度随之消失。

【井田】

中国古时田制。“井田”一词，最早见于《春秋谷梁传·宣公十五年》。其云“古者三百步为里，名曰井田。”《孟子·滕文公上》载，滕文公使毕战问井地，其“井地”，即为“井田”。郑玄注《周礼》，于《地官》小司徒条“乃经土地而井牧其田野”句下云：“此谓造都鄙也。采地制井田异于乡遂。重立国，小司徒为经之，立其五沟五涂之界，其制似井之字，因取名焉。”并引孟子所言“井地”和《考工记》匠人条所载沟洫法与之相比附。此为第一次将《周礼》所载田制解为“井田”。其说后

被大多数学者接受，并从多方面加以发挥。清金鹗作《井田考》，辨析郑玄以下诸儒解说井田之误，然不否认古有井田之制。20世纪20年代，胡适作《井田辨》，提出井田的均产制是战国时代的乌托邦。战国以前，从未有人提及古代的井田制。对此说，今世学者多认为其疑古太过。实际上，“井田”一词虽出现较晚，但就现存古文献资料分析，中国古时曾存在“似井之字”的田制是不能否认的。

井田制的产生和发展　安阳小屯商代甲骨卜辞中已出现“井”、“田”两字，井之原意为井水，后引申演化为对同饮一井之水的居民聚落（包括其所耕田地）之称。直至郑玄注《周礼》，方有以古时田制“似井之字”，故称“井田”之说。田字已具古时田制之形，并不需要以井字再加修饰。后世又有以井字为模拟古时田制之形而造者，更属望文生义。今解井田，当取其古时原有之义，即同井者所耕之田。古时“耕”字有作“畊”者，当是反映了古时人们以同井之人为一个耕作单位的史实。

中国古代农业起源甚早，新石器时代中晚期已开始实行定居耕作。在黄河中下游地区的河北邯郸涧沟、河南汤阴白营、洛阳矬李、山西襄汾陶寺等龙山文化时期聚落遗址和长江下游地区的江苏吴县澄湖、昆山太史淀、嘉兴雀幕桥等良渚文化时期聚落遗址中，均已发现有井，与“黄帝穿井”的传说相印证。可见中国古代凿井技术发明之早。此一时期凿井，主要为饮水之用，随之形成了人们聚井而居的居住方式和以同井之人为一个耕作单位的劳动和管理方式。汉武梁祠石室黄帝画像左题云：“黄帝多所改作，造兵，井田，垂衣裳，立宫宅。”杜佑《通典》卷三云：“昔黄帝始经土设井，以塞争端；立步制亩，以防不足。使八家为井，井开四道，而分八宅，凿井于中。……夫始分之于井则地著，计之于州则数详。迄乎夏殷，不易其制。”其说虽晚出，当有所本。据此可推测井田制的起源之早。《论语·泰伯》云：禹“尽力乎沟洫”。《左传·哀公元年》载，夏少康失国，逃奔有虞，“而邑诸纶，有田一成，有众一旅”。其“一成”，为方十里，百井之田。据此可知，夏代确曾实行过井田制。商、周两代的井田制当因夏而来。井田制在长期实行的过程中，从内容到形式均有所发展和变化。

井田制大致可分为八家为井而有公田与九夫为井而无公田两个系统。记其八家为井而有公田者，如《孟子·滕文公上》载：“方里而井，井九百亩。其中为公田，八家皆私百亩，同养公田。公事毕，然后敢治私事。”《谷梁传·宣公十五年》载：“井田者，九百亩，公田居一。私田稼不善则非吏，公田稼不善则非民。”《韩诗外传》卷四载：“古者八家而井，田方里为一井。广三百步，长三百步为一里。其田九百亩，广一步，长百步为一亩。广百步，长百步为百亩。八家为邻。家得百亩。余夫各得二十五亩。家为公田十亩，余二十亩共为庐舍，各得二亩半。”记其九夫为井而无公田者，如《周礼·地官》小司徒条载：“乃经土地而井牧其田野，九夫为井，四井为邑，四邑为丘，四丘为甸，四甸为县，四县为都，以任地事而令贡赋，凡税敛之事。”《考工记》匠人条载：“九夫为井。井间广四尺、深四尺谓之

沟。方十里为成。”《司马法》载：“六尺为步，步百为亩，亩百为夫，夫三为屋，屋三为井，井十为通。通为匹马，三十家，士一人，徒二人。通十为成，成百井，三百家，革车一乘，士十人，徒二十人。十成为终，终千井，三千家，革车十乘，士百人，徒二百人。十终为同，同方百里，万井，三万家，革车百乘，士千人，徒二千人。”

当时的赋役制度为贡、助、彻。助即服劳役于公田。而“贡”则当为缴纳地产实物。周行彻法，当为兼行“贡”、“助”两法。结合三代赋役之制来分析古时井田之制的两个系统，其八家为井而有公田、需行助法者自当实行于夏、商时期。相当于中国清代中叶的朝鲜学者韩百谦所作《箕田说》中记平壤城郊外所存“箕田遗制”云：“其制皆为田字形，田有四区，区皆七十亩。大路之内，横计之，有四田八区；竖计之，亦有四田八区，八八六十四，井井方方。此盖殷制也。孟子曰：殷人七十而助。七十亩，本殷人分田之制也。箕子殷人，其画野分田，宜仿宗国，其与周制不同，盖无疑矣。”此亦可为商代确曾实行过八家为井之制提供一佐证。而《孟子》等所言私田、公田百亩之数，则当为周时所改。商时当为私田七十亩，公田亦七十亩，八家所耕之田共为六百三十亩。夏时当为私田五十亩，公田亦五十亩，八家所耕之田共为四百五十亩。其九夫为井而无公田者当始实行于周代。郑玄注《考工记》匠人条云：“以《载师》及《司马法》论之，周制，畿内用夏之贡法，税夫无公田，以《诗》、《春秋》、《论语》、《孟子》论之，周制，邦国用殷之助法，制公田不税。”毛奇龄《四书賸言》云：“周制彻法但通贡、助。大抵乡遂用贡法，都鄙用助法，总是什一。”周代行助法地区当仍沿用八家为井之制，惟改私田、公田之数为百亩；而行贡法地区则将原为公田的一份另分配于人，故有九夫为井之制出现。

据《周礼·地官》大司徒条载：“凡造都鄙，制其地域而封沟之，以其室数制之。不易之地家百亩，一易之地家二百亩，再易之地家三百亩。”《遂人》载：“辨其野之土上地、中地、下地，以颁田里。上地，夫一廛，田百亩，莱五十亩，余夫亦如之。中地，夫一廛，田百亩，莱百亩，余夫亦如之。下地，夫一廛，田百亩，莱二百亩，余夫亦如之。”以上所说井田之制，当为在“不易之地”所实行者，是比较典型的。至于在“一易之地”、“再易之地”、有“莱田”之地等如何以井为耕作单位进行区划，已无法推知。《大戴礼记·主言》云：“百步为堵，三百步而里，千步而井、三井而句烈。”其“千步而井”，为“方里而井”者之三倍余，或可为“再易之地”行井田之法。

井田之间立五沟五涂之界。《遂人》载：“凡治野，夫间有遂，遂上有径；十夫有沟，沟上有畛；百夫有洫，洫上有涂；千夫有浍，浍上有道；万夫有川，川上有路，以达于畿。”《考工记》载：“匠人为沟洫。耜广五寸，二耜为耦。一耦之伐，广尺、深尺，谓之甽。田首倍之，广二尺、深二尺，谓之遂。九夫为井。井间广四尺、深四尺，谓之沟。方十里为成。成间广八尺、深八尺，谓之洫。方百里为同。同间广二寻、深二仞，谓之浍。专达于川，各载其名。”

其两者所载遂、沟、洫、浍、川五沟之名相同；而不同之处，前者为“十夫有沟”，后者为“九夫为井”。江水《周礼疑义举要》卷三云：“十夫有沟与九夫为井亦通为一法。九夫为井，以方言之；十夫有沟，以长言之耳。”此说似有些牵强。其“十夫有沟”者，或有可能为“九夫为井”者的派生之制。

井田制的性质及消亡　井田制由原始氏族公社土地公有制发展演变而来，既保留着较多的公有制成分，也包含一定的私有制因素。其基本特点是实际耕作者对土地无所有权，而只有使用权。土地在一定范围内实行定期平均分配。由于对夏、商、周三代的社会性质认识各异，各家对井田制所属性质的认识也不相同，或以为是奴隶制度下的土地国有制，如郭沫若的《奴隶制时代》等；或以为是奴隶制度下的农村公社制，如金景芳的《论井田制度》等；或以为是封建制度下的土地领主制，如范文澜的《中国通史简编》等；或以为是封建制度下的家族公社制或农村公社制，如徐中舒的《试论周代田制及其社会性质》等。此外，还有一些其他的看法。虽众说纷纭，但在承认井田组织内部具有公有向私有过渡的特征，其存在是以土地一定程度上的公有作为前提这一点上则认识基本一致。夏、商时期实行的八家为井、同养公田之制，公有成分更多一些，故可以在较长历史时期内存在。周代以后出现的九夫为井之制个人私有的成分已增多，可以看作私田已被耕作者占有，而在长期占有的情况下是很容易转化为个人私有的。西周中期，贵族之间已有土地交易，土地的个人私有制至少在贵族之间已经出现。由此，自上而下，进一步发展为实际耕作者的土地个人私有制。春秋时期，晋国的“作爰田（见爰田），鲁国的“初税亩”等，也都是在事实上承认土地个人私有制普遍存在的情况下进行的改革。战国时期，秦国商鞅变法，“为田，开阡陌”，则是在完全的意义上推行土地个人私有制。至此，井田制彻底瓦解。

井田制的影响　秦、汉以后，实行井田制的社会基础已不复存在，但其均分共耕之法对后世的影响却极为深远。历代鼓吹井田思想者不乏其人。汉时董仲舒、师丹等提出的限田制，王莽时实行的王田制，西晋时实行的占田制，北魏和隋、唐时实行的均田制等，也都渊源于井田思想。宋、元以后，大土地所有制确立。虽然还有人继续鼓吹井田思想，但与其相类的方案已不可能在大范围内推行，而只能在小范围内短时间存在。顾炎武《天下郡国利病书》卷三十三载，明代凤阳府“焦山一带，地约率二十家，家四庐于其田上。一家五口，授田五十亩，五家二百五十亩，而中公五十亩，以代官耕，则五家通力合作也。而亲导之以开垦，上为园，下为田，中掘一井”。《清朝文献通考》卷五载，清“雍正二年，于直隶之新城、固安二县制井田，选八旗人户往耕。……拨新城县一百六十顷，固安县一百二十五顷八十九亩，制为井田，令八旗挑选无产业之满洲五十户、蒙古十户、汉军四十户前往耕种。自十六岁以上、六十岁以下各授田百亩，周围八分为私田，中百亩为公田”。乾隆元年（1736），“改井田为屯庄”。论者称之为“井田制度的最后一梦”。

【铜铁器】

中国在新石器时代后期开始使用金属，首先用铜器，春秋战国之际广泛使用铁器。铜铁器的使用又都是与各民族的文明时代的出现紧相联系的。

早期铜器　考古发现的商以前的铜器约三百余件，出土于黄河流域及其以北的燕辽地区古文化遗址中。时代最早的是马家窑文化遗址和马厂文化遗址出土的青铜刀，年代是公元前3000年和公元前2300年。成批发现的早期铜器以甘青地区齐家文化遗址为最多，达四十多件。器类有镜、指环、斧、刀、锥、匕，等等。其中既有红铜器物，也有青铜器物。在黄河流域中下游的龙山文化遗址中，也陆续发现一些早期铜器。这些发现表明，在距今四千年前，黄河流域已进入早期青铜时代。

商周铜器　商周是中国青铜器制作的鼎盛阶段，铜器大都是铜和锡、铅合金的青铜器。

据考古发现，商早期青铜器既有鼎、爵、斝、觚、盉等容器，又有刀、锥、锛、凿、戈、镞、鱼钩等工具及镶嵌绿松石的铜牌饰。镶嵌工艺和青铜容器的较多出现，标志着商代早期青铜冶铸业已相当发达。商代中期的铜器发现更多，容器类达十多种，有大方鼎等大型器物。普遍出现铜器花纹装饰，主要是饕餮纹。其次是小圆圈纹、涡纹、乳钉纹、弦纹。商代晚期的重要青铜器大多发现于安阳殷墟，有礼乐器、兵器、工具、车马器等。特别是礼乐器，素为中外学者所瞩目。其代表作司母戊鼎，是世界上已知的时代最早、体积最大的青铜器。成批器物的发现，首推1976年发掘的妇好墓。墓中出土青铜器四百六十多件，几乎囊括了殷墟出土铜器的所有类别和品种。其中一些铜器造型和工艺都十分精湛；又有刻铭铜器一百多件，可为殷商文化分期断代提供可靠的实物标准。

西周早期的青铜器继承殷商晚期的传统，造型庄重结实，花纹装饰崇高繁缛，流行饕餮纹、夔纹、衬以雷纹的通体纹饰，并逐渐出现有重要史料价值的长篇铭文。西周中晚期，铜器造型趋向简朴，殷末周初常见的方鼎、觚、爵、斝、方彝基本消失，富有神秘感的兽面纹、饕餮纹已被淘汰，代之而起的是带状纹饰，流行窃曲纹、瓦纹。到了东周时期，酒器明显减少，烹饪器和盛食器增多，鼎簋均成组使用。在东周铜器中，以各国诸侯和卿大夫的礼器最多。区域性的特点亦更为明显。在春秋中期以后，青铜铸造工艺和加工技术有了进一步改进。青铜器，不仅数量多、体型大，而且器壁薄，造型更加合理、和谐、美观。湖北随县曾侯乙墓出土青铜器四千余件，总重量十吨左右，其中有各重三百二十公斤的温酒器二件，楚王赙赠的重达一百三十五公斤的铜铸，还有错金铭文的编钟六十四枚，每钟两音，不仅是声学、律学上的创造，也是青铜铸造工艺的杰作；特别是使用失蜡法铸造的尊盘，造型精巧，结构复杂，通体纤细透剔，突出地反映了当时铸造技术的卓越成就。

但是，殷周青铜冶铸业很少铸造农业生产工具。只是在长江下游和一些边远地区发现有较多的东周青铜农具。

早期铁器　中国开始冶铁和使用铁器的年代，目前尚无定论。有些学者认为，早在殷朝早期人们已经接触了金属

铁，不仅能识别铁和青铜在性质上的差异，并且熟悉铁的热加工性能，将其锻打成器。

考古发现的人工冶炼的最早铁器属于春秋时期，目前已知的大约有二十件左右，有凹形锄（臿）刃、梯形锛刃、削、刮刀、剑（包括铜柄铁剑、玉柄铁匕首）、鼎等。经金相核验，多数属固态还原的块炼铁。其中的钢剑，可能是从固态还原的铁再渗碳锻造而成。长沙窑岭出土的铁鼎和六合程桥出土的铁块，乃白口铁冶铸而成。

世界各国的冶铁技术发展过程，一般经历从固态还原的块炼法到生铁冶炼两个阶段，即先有锻造的不含碳的铁，然后才发明铸铁，两者之间相距的时间很长。中国出现块炼铁的时间比西方晚，使用生铁的时间却遥遥领先。从块炼铁到生铁的出现，时间可能是相衔接的，而且铸铁和用生铁制钢一直是主要的冶炼方法。这是中国古代冶铁业的一大特点。

战国铁器　战国早期的铁器，品类与春秋晚期差不多，但开始在铁器上采用错金嵌玉工艺，而且在冶炼技术上发明了韧性铸铁。韧性铸铁工艺是用退火方法，使白口铁中与铁化合的碳（Fe_3C）成为石墨而析出，以降低白口铁脆性的柔化处理工艺。这一发明，大大提高了铁器的实用性能，为战国中期以后的铁器大量应用于军事和农业生产创造了技术条件。

战国中期以后，发现的铁器已遍及当时的七国地区，并见于北方的胡貉和南方的百越。出土总数已近千件，器类包括农具、手工业工具、兵器和杂器，而以农业、手工业工具为大宗。农具有镬、锄、臿、铲、镰等品种。由于各地土质不同，同一类型的农具又有不同的形式，如镬有长方板楔形和长条椭圆孔形；锄有六角形、梯形、凹形铁口锄和多齿锄；镰有矩镰、爪镰；等等。手工具有斧、锛、锥、凿、锤；兵器有剑、戟、矛、匕首、胄；杂用器有削、刮刀、环、钩、带钩等。

战国后期，铁器的使用推广到社会生产和生活的各个领域。在农业生产中，铁农具已经基本上代替了木器、石器、骨器、蚌器和青铜器，初步取得支配地位，为扩大耕种面积，改良土壤，深耕细作，提高作物产量发挥了巨大作用。在手工业中，工具也以铁制为主。成书于战国晚期的《管子·轻重》说："一农之事，必有一耜一铫一椎一铚，然后成为农；一车必有一斤一锯一缸一钻一凿一銶一轲，然后成为车；一女必有一刀一锥一箴一铢，然后成为女。"可见铁器已成为社会生产各部门所必需的工具。

块炼渗碳钢及其淬火工艺的掌握，为大量生产优质武器创造技术条件。地下发现的战国铁兵器，以楚、燕两国为最多，主要是剑、戟、矛。经金相考察，剑戟中的多数是将块炼铁增碳后多次加热锻打成形，并经淬火而成的，具有坚硬锐利的刃部和韧性的实体。

各地发现的战国时期的铁器，各单类器物的基本形制和外形特征大体一致；其冶炼制作方法几乎完全相同；各种器形演变的因袭发展关系也比较清楚。这些都反映了当时列国文化的共同性。再从当时边境地区出土的铁器来看，时代一般较晚，造型与内地没有大的区别。由此可以证明，中国的古代铁器冶铸技

术是独自发生、发展的，并从中原向其四周推广。大约在战国晚期，中国铁器由燕国传入朝鲜，继又传入日本，从而形成以中国为中心的东亚早期铁器文化圈。

【耦耕】

战国之前普遍实行的以两人协作为特征的耕作方法。当时因工具和技术较为落后，许多生产活动均非一人所能独立完成。清代学者程瑶田以为："言耕者必言耦，以非耦不能善其耕也。耦之为言并也，共事并行，不可相无之谓耦。"这一说法符合于战国以前的实际状况，但两人如何具体协作，目前因有关材料太少而难以弄清，故在学术界对此一直有争论。

古书中早有关于耦耕的明确记载，如《诗经》中有西周时往往"千耦其耘"，"十千维耦"。《左传》记春秋初年郑刚迁到东方时，即"庸次比耦，以艾杀此地"。《国语·吴语》说："譬如农夫作耦，以刈杀四方之蓬蒿。"这些记载说明耦耕在农田劳动中的重要性。《论语·微子》："长沮、桀溺耦而耕"，这是春秋末年尚保留有耦耕的一条确证。

由于各种农田劳动都要求两人协作，因而在劳动以前就需要对劳动力加以组合。一般是在岁末由官吏来主其事，如《吕氏春秋·季冬纪》："命司农计耦耕事。"《周礼》中对此有更为具体的记述，如《地官·里宰》云："以岁时合耦于锄，以治稼穑，趋其耕耨。"郑玄注云："锄者，里宰治处也，若今街弹之室，于此合耦，使相佐助。"

战国时因生产力水平的提高，田地被分割成百亩，由五口之家的小农去耕种，各家之间的互助协作已无必要，耦耕也随之而不复存在。

【耒耜】

先秦时期的主要农耕工具。耒为木制的双齿掘土工具，起源甚早。《周易·系辞》说神农氏"揉木为耒"，而《世本》则以为黄帝时人倕"始作耒"。现在所知，在新石器时代晚期的遗址中，已发现有保留于黄土上的耒痕。甲骨文中耒字作，刻画出商代木耒的大致形象。双齿之上有一横木，表明使用时以脚踏之，以利于耒齿扎入土中，也即古人所说的"蹠耒而耕"。耒在战国文献中也很常见，或和耨并提，据《考工记》，耒通高为六尺六寸，合今1.4米左右。耜为木制的铲状耕田工具，西周时为人们普遍使用，《国语·周语》所引《周制》，其中有"民无悬耜"之语。春秋战国时仍继续沿用，《孟子·滕文公》："农夫岂为出疆舍其耒耜哉"，《吕氏春秋·孟春纪》说每年之春，天子要亲载"耒耜"而来到籍田。《周礼》中还谈到制作木耜的情况，《地官·山虞》："凡服耜，斩季材，以时入之"，即选择较小的树木以作为耜材之用。《吕氏春秋·任地》："是以六尺之耜，所以成亩也；其博八寸，所以成甽也。"可见耜之通高和耒相近。"其博八寸"是指其刃口的宽度，而《考工记·匠人》则说"耜广五寸"，则耜刃的宽度似随地而异。

战国时耜也称为臿，故《说文》云："耜，臿也。"当时将臿和耒连在一起，如《韩非子·五蠹》说："禹之王

天下也，身执耒臿以为民先。”由于方言关系，像东齐一带称臿为梩，如《孟子·滕文公》：“盖归反虆梩而掩之。”赵岐注：“虆梩，笼臿之属。”

在铁器出现之后，木耒、木耜也开始套上铁制的刃口。如《管子·海王》说到当时铁官时，以为“耕者必有一耒一耜一铫”，这是这类工具变为铁制的明确证据。在出土的实物中也有这方面的材料，如湖北江陵曾出土战国时的耒。其形制是，从柄到齿皆为木制，柄略向后屈，双齿则略向前弯，齿端套有铁制的刃口。战国时臿的实物未见。长沙马王堆汉墓出土的木臿上面也套有铁刃。战国时的臿与此不会有太大差别。

汉代学者以为耒耜为一物。如许慎以为耒为上部，耜为下部，但都属于木制。而郑玄也认为上为耒，下为耜，所不同的是，以为耜为金属刃口的专称。现在根据《管子·海王》等记载来看，战国时耒、耜为两种农具，而且也为出土的实物所证实。

【牛耕】

先秦时继耦耕后出现的耕作方式。对牛耕起始时间，过去就有不同看法，如郑樵以为起于西汉，而王应麟则以为春秋战国时已有之。后来的学者多从王说，所持论据也较王更为充分。

现据诗、书等史料来看，西周时似未出现牛耕，当时耕作主要靠人力，牛多用于拉车。《山海经》说后稷之孙叔均“始作牛耕”，恐出于传闻，未必可靠。但《山海经》为战国人作品，表明至少在战国时已有牛耕。前人还以冉伯牛名耕，作为春秋末有牛耕的证据；《国语·晋语》亦有以“宗庙之牺”变为“畎亩之勤”之语。但有关战国时牛耕的史料更多一些。贾谊《新书》和刘向《新序》都记邹穆公时邹民“饱牛而耕”之事。穆公与孟子同时，则战国中期今山东一带牛耕已较为普遍。《战国策·赵策一》说秦国是“牛田，水通粮”，元吴师道的注解是：“牛耕积谷，水漕通粮”。这种情况已为云梦秦律所证实，如《厩苑律》有“其以牛回”及“以四月、七月、十月、正月肤田牛”的记载。可见秦和关东各国一样，牛耕在农业生产中起到重要的作用。

目前还不清楚战国时期是否已使用铁犁铧。辉县战国墓出土的V字形铁器，过去都以为是犁铧，但其形制和铧不尽相同，也可能是其他类型的农具。当然，没有铁铧，牛拉着木犁也能耕地，外国历史上不乏其例。

【菑、新、畬】

周代称初垦之田为菑，次年、第三年者为新、畬。从西周早期到周末这类名称一直存在。

《尔雅·释地》说：“田一岁曰菑，二岁曰新田，三岁曰畬。”毛诗、鲁诗及马融的说法与此相同。《说文解字》对畬之解释是“三岁治田也”，而《易释文》引《说文》则作“二岁”。《诗正义》引郑玄《易注》，说法同《尔雅》。唯《礼记·坊记》郑注作“田一岁曰菑，二岁曰畬，三岁曰新田”。由于后人引用许、郑说法时产生讹误，现无法判断其是非。

菑为一岁田，各家无分歧。孙炎《尔雅注》和郭璞《尔雅注》认为菑的

本义指除草木。《诗经》中常见的菑字，是指拔除草木、整治田亩、开荒耕种。《尚书》也认为，周人的除草木和耕种是一种连续性的工作。《说文解字》对菑的解释是“不耕田也”，则与《诗》、《书》所记不合。但清代学者王念孙、陈鱣等都认为“不”是“才”之误。“才”有开始之意，“才耕田”即初耕田，这种解释和古制相符。《淮南子·本经》有：“菑榛秽，聚埒亩，芟野菼（莽），长苗秀。”汉朝人对太古农耕情况的这种描述，也适用于周代。菑杀草木确是周人农耕过程中一个不可缺少的环节。据《周礼》、《礼记》，周人将草木除去后，待其干枯即用火焚烧，这既能起到清除田中秽莽的作用，又能为作物提供灰肥，和后世所说的“刀耕火种”颇有相似之处。

周人称菑以后一年和再一年之田为新、畬，而前人对新、畬的解释甚少。孙炎《尔雅注》云：“畬，和也，田舒缓也。”新田，新成柔田也”。《易》董遇注以为“悉耨曰畬”。清代毕沅、陈奂等人受其影响，认为第一、二年之田刚杀除草木，到第三年才开始耕种。这种原理和魏晋南北朝时开生荒的情况相合。《齐民要术·耕田》说，当时“开荒山泽田”需要三四年治理，“乃中为谷田”。但《诗》、《书》中所说的菑亩是指轮番抛荒的熟荒地，这种地经过菑杀草木后即可播种。《诗经》中提到的菑亩、新田都是指正在生长作物的田地，若是抛荒之地则应称莱。由于当时还不能精耕细作并缺乏较好的施肥条件，新开的菑亩经过几年种植，便地力耗竭，不能种植。这和后世开生荒经过数年才成为熟田的情况正相反，而和唐宋时今四川、广东有些地方的畬田较相似。

畬田属于刀耕火种。在田中先把草木除去，晒干后以火焚之，等天雨时再播种。类似的情况在后来的有些少数民族中也能见到，如清人黄叔璥的《台湾使槎录》说，当时台湾“土性浮松，三年后即力薄少收，人多弃旧业，另耕他地，故三年一丈量，蠲其所弃而增其新垦，以为定法”。这和周代的情况很相像。人们对田地经过菑、新、畬后，便放弃原来的耕地另择他土，即古书上所说的“爰田易居”。田地一般连续耕种三年，故每隔三年要换土和进行相应的调整，如《诗·魏风·硕鼠》：“三岁贯女，莫我肯顾，逝将去女，适彼乐土。”郑玄以为“古者三年大比，民或于是徙”。在《周礼注》中他对“大比”的解释是：“谓使天下更简阅民数及其财物也。”大比以三年为期，这和田地连续耕作三年有关。在三年的种植过程中，地力发挥的作用年与年之间各不相同，周人为了有所区别而给予所种田地相异的名称。

西周以后，农作技术发展，菑、新、畬之制随之消失。春秋或以后的文献中不复有这方面的记载。

【爰田】

即易田，指休闲耕作。始见于《左传》僖公十五年。晋惠公时，晋受挫于秦，为取悦于民而作爰田。《国语》也记此事，“爰田”作“辕田”。战国时，有的地方仍保留此制。

爰亦作趄。《说文解字》有趄字，许慎以“趄田易居”释之，又说“爰”，“籀文以为车辕字”，则“爰”、“辕”、

“趄”相通，有换、易之义。对爰田的解释，唐以前人说法不一。东汉贾逵《国语注》以为“辕，易也，为易田之法，赏众以田。易者，易疆界也”。唐孔颖达《左传注疏》云：“服虔、孔晁皆云，爰，易也。赏众以田，易其疆畔。”则服、孔基本上沿袭贾说，认为晋作易田之法，又赏给晋民田地。晋杜预《左传注》以为晋将一部分公田之税免去，使民得利。和贾说爰田应包括“易田之法”和“易疆界”之说颇有不同。除以上各说外，贾逵还有另一说，以为辕即兵车，有根据田地数摊派车赋之意。这一说法最难成立。韦昭《国语注》指出晋作爰田的目的是为了“赏众”而非要民增加军赋。《汉书》的各家注，对爰田的解释似胜于贾、杜等家，如张晏以为：“周制三年一易，以同美恶，商鞅如割裂田地，开立阡陌，令民各有常制。”指出古代爰田制就是三年一易田，以使民之受田做到好坏轮换。而孟康注则更加明确，以为商鞅之前就有爰田，和商鞅时不同之处是还要“易居”。这和《诗·魏风·硕鼠》记载的“三岁贯女，莫我肯顾。逝将去女，适彼乐土”的情况相同。郑玄以为由于田地连续种植三年之后，地力耗竭，需要抛荒若干年，于是农民易迁他处，去垦辟经过休闲的田地。可见爰田和易居有连带关系。

春秋时，随着农作技术的发展，土地使用率提高，休闲期相应缩短。《周礼·地官·大司徒》载：“凡造都鄙，制其地域而封沟之，以其室数制之，不易之地家百亩，一易之地家二百亩，再易之地家三百亩。”《遂人》又云：“辨其野之土，上地、中地、下地，以颁田里。上地，夫一廛、田百亩、莱五十亩，余夫亦如之；中地，夫一廛、田百亩，莱百亩，余夫亦如之；下地，夫一廛、田百亩、莱二百亩，余夫亦如之。”因土地肥瘠的差别较大，国家授与农民的田地也分成不同的品级（其中“莱”，是指休耕地）。《大司徒》所说的“不易之地百亩”，当是最好的土地，年年都能耕种。但其余两种，要休闲一年或两年。《遂人》所说“中地”、“下地”和《大司徒》的“一易”、“再易”一样，要休闲一至两年。其上地的田和莱共为一百五十亩。清沈彤《周官禄田考》以为是“三分百五十亩而岁耕其二”，即每年耕百亩休五十亩。《周礼》中所记述的田制，当是春秋晚期、战国早期的情况。表明当时只爰田而不易居。因为农业技术的进步，田地休耕的年限也相应缩短，最长不过两年，和过去休闲三五年或更长时间大不相同。特别是其中部分田地已无须休闲，表明爰田制正在走向消亡。战国时，爰田制停止的时间随地而异。据《吕氏春秋》，魏武侯时魏国大部分地方的田地可以连续耕作，而邺还需要保留隔年休闲之制。秦在经济上的发达程度似不及魏，故商鞅变法后犹有爰田的残余。

【贡、助、彻】

春秋时期以前的租税制度。《孟子·滕文公上》记载：“夏后氏五十而贡，殷人七十而助，周人百亩而彻，其实皆什一也。”历代经学家和现代史学家对此有不同的解释，但都肯定中国古代实行过贡、助、彻法。孟子所说的“夏后氏”、“殷人”、“周人”，有人认为是纵

的朝代排列，指夏、商、西周三朝，夏朝行贡法，商朝行助法，西周行彻法；也有人说是夏、殷遗民和周人的横的排列，贡、助、彻均为西周时期施行的赋税制度。孟子原意，当指前者，但西周除行彻法外，确也有助有贡。夏朝是否仅行贡法，商朝是否仅行助法，则缺乏可靠的记载。

对所谓“夏后氏五十”、“殷人七十”、“周人百亩”之异，后人也说法不一。顾炎武认为是“特丈尺之不同，而田未尝易也”。俞樾认为系“莱田多寡之不同”，“夏制，民受田百亩，而以五十亩为莱田，则民所耕者止五十亩，故曰‘夏后氏五十’。殷制，民受田百亩，而以三十亩为莱田，民所耕者七十亩，故曰‘殷人七十’。周制，民受田百亩，而莱田在其外，……故曰‘周人百亩’”。崔述则说“其授田有多寡之殊者，盖夏居安邑，地狭人众，殷在大河南北，稍平广，周起西陲，近戎狄，多旷土，此因乎地者也；古者风气初开，制作未备，力不能以多及，故授田少，后世器日利，人日巧，故授田亦渐多，此因乎时间也。”究竟哪一说较近事实，尚难断定。

贡的起源较早，在原始公社末期，公社首领已部分地靠公社成员缴纳的贡物如家畜、谷物等来生活。阶级和国家产生以后，贡税更成为居民的一种固定和强制性的负担。《考工记·匠人》郑玄注：“贡法”，“税夫无公田”。“贡者，自治其所受田，贡其税谷”。相传“禹别九州，随山浚川，任土作贡”，“禹平水土，定九州，四方各以土地所生贡献，足以充宫室，供人生之欲”。这种根据土地状况不同或随乡土所宜的贡纳制度，在夏代已经存在当是可能的，但是否“五十而贡”，是否皆为“五十而贡”，尚难断定。

“助者藉也”，助法即藉法，是驱使“农夫”耕种“公田”的一种剥削制度。一般认为助法以井田下“公田”和“私田”的划分为前提。农夫自耕其“私田”，以维持自己及一家的生活；共耕“公田”，为公社共同体或压迫者、剥削者提供剩余产品。殷代和西周都实行过与井田制相联系的助法，但不一定就是孟子所谓的“方里而井，井九百亩，其中为公田，八家皆私百亩，同养公田”。

关于“彻”的涵义和彻法的内容，学界争论很大。《诗》毛传训“彻”为“治”。赵岐《孟子注》：“彻，犹人彻取物也。”许慎《说文·支部》：“彻，通也。”因“彻”有“通”义，故对于彻法有“为天下通法”，“耕则通力合作，收则计亩而分”，“彻与助无别，皆什一法，改名彻者，以其通贡、助而言也”，“通其田而耕之，通其粟而析之之谓彻”，“彻无常额，唯视年之凶丰，……谓之彻者，直是通盘核算，犹彻上彻下之谓”等不同说法。

《诗经·大雅·公刘》说：“度其隰原，彻田为粮。”一般认为是周行彻法的开始。周宣王征服南方谢人后，仍实行此法。《论语·颜渊》中还有鲁亦采用彻法的记载，但至哀公时已废。可见彻法是在王畿和各诸侯国内行之甚久的一种赋税制度，孟子强调周行彻法是有根据的。

西周时期有国、野的划分和对立，作为征服者的周人主要居于国中，被征服者则主要聚居于野鄙。《孟子·滕文公上》云：“请野九一而助，国中什一

使自赋。”一般认为当时彻法和助法并行，国中用彻法，野鄙行助法。助法和彻法的主要区别在于，助有公田、私田，由民共耕公田、服劳役；彻则无公田、私田之分，由民自耕其田，交纳部分实物。因此，“彻通贡助”说和“彻为贡助兼用”说似不能成立。

不少人肯定孟子贡助彻“其实皆什一也”的说法，认为当时普遍实行什一之税。但也有人说什一之税可能是指劳动者在兵役、徭役以外应缴纳所种田亩的税率；还有人认为，无论就奴隶制或农奴制来说，什一之税都未免太低，因而可能不是指奴隶或农奴的负担，而是指受有土地的下级领主和自由民向上级领主或公室缴纳的赋税。当时生产力水平较低，剩余产品不会太多，税率是否为“什一”，由于史料缺乏，尚难定论。《汉书·食货志》云：“有赋有税，税谓公田什一及工商衡虞之入也。赋共车马甲兵士徒之役，充实府库赐予之用。税给郊社宗庙百神之祀，天子奉养，百官禄食，庶事之费。”《刑法志》也说：“税以足食，赋以足兵。”《孟子》所谓“国中什一使自赋”的“赋”，似为兵赋，不是田税。

由于学术界对夏、商、西周的社会性质、土地所有制和阶级关系有不同看法，因而对贡、助、彻的性质也有争论。主张西周是封建社会者，认为“助”是劳役地租，“彻”是实物地租；主张西周是奴隶社会者，认为“助”是一种奴隶制的剥削形式；而有些认为殷周实行土地国有制的人，则说“助”、“彻”是地租和赋税的合一，既是地租，又是赋税。

【军赋】

中国古代天子或诸侯向臣属征发的兵役与军用品。亦称赋或兵赋。《周礼·地官》小司徒条说“而令贡赋”，郑玄注：“赋，谓出车徒给徭役也。”又《夏官》大司马条之“凡令赋”，郑玄注：“赋，给军用者也。”古代“野人”不服兵役，只有“国人”才服兵役，备甲兵。所以《孟子·滕文公上》说：“国中代一使自赋。”春秋后期，由于战争需要扩充兵源，野人始逐渐服兵役。

当时服兵役，以家为单位，每家出一人，年龄自二十岁至六十岁。关于征发车徒数量的规定，今古文家说法不一。今文家何休说：“十井出兵车一乘。”又说：“公侯封方百里，凡千乘；伯四百九十乘；子男二百五十乘。”古文家的说法都据《司马法》，但《司马法》本身有两种说法：一说六尺为步，百步为亩，百亩为夫，三夫为屋，三屋为井，十井为通。每通三十家出马一匹，士一人，徒二人；每成（每通）三百家出革车一乘，士十人，徒二十人；每终（十成）三千家出革车十乘，士百人，徒二百人；每同（十终）三万家出革车百乘，士千人，徒二千人。郑玄以为此说是公卿大夫采地出军之制，黄以周以为此说是出境行师征伐之法。又一说：“四邑为丘，有戎马一匹，牛三头，是曰匹马丘牛。四牛为甸，甸六十四井，出长毂一乘，马四匹，牛十二头，甲士三人，步卒七十二人，戈楯具备，谓之乘马。”郑玄以为此说是畿外邦国法，黄以周以为此说是在国制军守卫之法。其说孰是，不详。

【先秦租税】

先秦时期天子、诸侯以及卿、大夫等征收的众、庶人等生产者土地上的各种产物和工、商、衡、虞的收入，以供“郊、社、宗庙、百神之祀、天子奉养、百官禄食、庶事之费”。春秋以前，天子、诸侯、大夫具有土地世袭所有权，他们向劳动者征收租和税合为一体的剩余劳动产品，实行贡、助、彻之制。春秋、战国时在保持井田的形式下，进行了履亩而税的改革。商鞅变法以后，民得买卖土地，确立了私有土地制，租与税才分离开来。

租税是由原始社会末期，个体家庭成为生产单位以后，公社首领侵占“公田”上的收获或由社员代耕其占有的土地，逐渐变成经常化的贡献而形成的。相传虞、夏时就有了贡赋，《史记·夏本纪》说“自虞夏时，贡赋备矣。”但有关虞的贡赋内容连传说都没有流传下来。夏代的贡，《孟子·滕文公》说是“夏后氏五十而贡”。即分给每家土地五十亩，不问年岁的丰歉，按历年收获的平均数献纳十分之一。此外，还有直接取自庶人耕作的“藉”敛。殷代甲骨卜辞有命令众为王耕作的记载。《孟子·滕文公》说“殷人七十而助”，“惟助为有公田”，“助者，藉也”，即把土地分为“公田”和“私田”，分给每家“私田”七十亩，让他们共耕公田。《礼记·王制》说：“古者公田藉而不税。”这就是把“公田”的收获献给王、侯、大夫，私田不再缴税。关于周代的租税，《孟子·滕文公》说“周人百亩而彻”，“虽周亦助也”，可见，“彻”是一种类似“助”的制度。但由于孟子说“彻者，彻也”，使人无法知其确切涵义，故两千年来众说纷纭，莫衷一是。孟子鉴于周代国人服兵役，野人不服兵役，国、野实行两种不同的制度，向滕文公称述应该实施的制度是“国中什一使自赋”，“野九一而助”，即在郊内“国人”地区，分给每家土地一百亩，各自交纳土地上收获的十分之一作为“军赋”；在郊外“野人”地区，分给每家一百亩，八家同井，共耕其中的一百亩“公田”，“公田”上的收获就作为交纳的租税。

西周中期，根据卫盉、卫鼎、格伯簋记载，周穆王、周共王时出现了贵族交换、质押土地，这是先王“田里不鬻”之制的变化的先声。西周后期，由于“民不肯尽力于公田”，周宣王只得“不藉千亩”，废除由天子亲耕其收获用来祭祀鬼神的公田（即藉田）的藉礼。废除藉礼也就是役使人民耕种公田的制度的废除。取而代之的租税制度，因史无明文，已难详知。但据《周礼·地官·小司徒》“井牧其田野，九夫为井”，已由“八家同井”变为“九夫同井”，当是废除了其中的“公田”，即在郊外“野人”地区废除了助法，改为“履亩而税”。至于各诸侯国的租税改革，估计要比周王朝中心地区晚一些。

从西周后期到商鞅变法为止的租税改革是在保护井田制形式下，进行“履亩而税”的改革。“履亩而税”的内容，在《管子》中有简略的记载。诸侯国中首先改革租税制度的是齐国。齐桓公十九年（前668）采纳管仲的建议，实行井田制下的“相地而衰征”，即取消公田，以九夫为井，视土地的美恶及年岁

的丰歉而征收田税。其后晋国于晋惠公六年（前645）“作爰田”。爰，易也，变易的意思。有人认为作爰田就是像齐国那样“案田而税”。《春秋》宣公十五年（前594），鲁国“初税亩”实行了“履亩而税”的改革。此后，楚、郑等国似乎也进行过类似的改革。秦国的社会经济发展较慢，秦简公七年（前408）“初租禾”，即案田禾收人的多寡而收取租税。商鞅变法，于孝公十二年（前350）“制辕（通爰）田”，“訾粟而税”，即建立辕田制，计算粮谷收入的多寡而征税。同时，废除井田，民得买卖土地。秦始皇统一中国后，于三十一年（前316）“使黔首自实田”，命令黔首申报占有的土地数量，在全国范围内确认了私有土地制，租税发展为地租和赋税两种形式。

原始社会末期，公有的工商业，一部分逐渐为公社首领所侵占，演变为官府的工商业，直接为满足国君的特殊需要而生产和买卖货物；另一部分则演变为“通工易事，以羡（多余）补不足”的民间工商业。公有的山林川泽也演变为国君的私产，所出成为国君的财富。周文王治岐时，置官员管理关市及山林川泽而不征税，西周以后对关市及山林川泽始征收实物税，即“任工以饬材事，贡器物；任商以市事，贡货贿；……任衡以山事，贡其物，任虞以泽事，贡其物”。关市之赋，主要用以供给王之膳服，但也作其他用途，如晋平公收市赋作为供养食客的费用；李牧防备匈奴，得以便宜置吏，收取市租为士卒费用。“山泽之赋”则主要用于丧事。其税率，据《管子·幼官》说是“市赋百取二，关赋百取一”；《大匡》又说“弛关市之征，五十而税一”，都是降低关市之征税率的意见，实际的税率当高于此数。至于山泽的税率，则未见有具体的记载。

【先秦力役】

先秦时期征发众庶所服的无偿劳役。力役一名最早见于《孟子·尽心下》的“力役之征”。其范围甚广，包括筑城修路、开河作堤、运输物资等大规模劳役，还有田猎、逐寇、伺捕盗贼、丧葬、祭祀等杂役。

综合先秦的文献记载，力役之法有以下规定：①人数：一家有七人则三人服役，六人则两家五人服役，五人则两人服役。大规模征发力役时，每家只征一人，其他人为余夫（预备役）。田猎、逐寇、伺捕盗贼时，则凡属服役的人要全部出动。②年龄：“国人”自二十岁至六十岁，“野人”自十五岁至六十五岁。五十岁就可不服力役。③日数：“用民之力，岁不过三日。”但力役的日数也因年岁的丰歉而定。丰年三日，中年两日，无（荒）年一日，凶（灾荒）札（瘟疫）之年无力役。④免役：《周礼·地官·乡大夫》说：“国中贵者、贤者、服公事者、老者、疾者皆舍（免役）。”

【庶人】

周代社会的平民。后世无官爵者亦称庶人。周代是贵族为主体的社会，贵族阶级由天子、诸侯、卿、大夫、士诸贵族等级构成。妻妾众多，子孙繁衍的贵族，按照宗法制度规定，唯嫡长子

（即大宗）得继承父爵，嫡妻的余子和众妾的儿子（即小宗）则获得较低的爵位，或因无爵而沦为庶人。此外，庶人还包括具有自由身份的劳动者及免除人身依附关系的奴隶。

周代统治族居住在国中（城内）及国郊，称为国人。国人中的上层为卿、大夫、士，下层为庶人。大部分庶人居于城郊，耕种贵族分给的土地，享有贵族给与的政治、军事权利。如参加国人大会和国人盟会，参与军事活动，充当徒卒等。但他们往往也承担沉重的义务。如庶人当兵作战，则需负担军事装备，缴纳军赋。此外，青壮庶人还要担负一定劳役。在一定条件下，庶人有可能转化为贵族等级成员，如以军功晋升为士、大夫等；其他等级或阶级的人也能转变成庶人。

周代庶人属于平民阶层，仅仅是关于庶人身份多种看法之一。由于对周代社会及有关庶人的史料有不同认识，西周封建论者认为庶人是农奴；魏晋封建论者认为西周春秋的庶人为原始社会末期农村公社成员；西周奴隶论者中，除庶人平民说外，还有庶人奴隶论。

秦以后，除奴婢外，无官、爵及秩品者均泛称庶人。史籍中常见夺官的官吏及削籍的宗室被免为“庶人”的记载。魏晋南北朝时期，门阀士族兴起。他们自恃清显，不仅歧视无官爵者，而且一些位卑职微的小吏或门第不显的品官，亦被其贬为“寒庶”、“寒素”，以及时有“士庶天隔”之说。但当时在法律方面，并无严格区别士人与庶人权利、义务的规定，如什伍相坐之法，士庶均不能免。唐以后，庶人一词使用渐少，逐渐为“民”、“百姓”、“黎庶”、“庶民”等所取代。

【众】

商代农业生产者。或称众人，文献上又称“小人”。众人大多原为殷商本族的成员，其中有些最初即是劳动群众，有些则源于因各种原因而地位下降的贵族。他们一般都从事农业生产劳动，地位处于社会下层。在商代甲骨文中，常见众人耕作、参与田猎活动的记载。

殷商时期，众、众人亦经常被征作战，接受军事训练，成为国家武装力量的主要部分。商王对他们非常重视，甲骨文中就累见“米众”一词。“米”读作“敉”或“侎”，《说文》云：“敉，抚也。”即恤抚众人之意。《尚书·盘庚》三篇，第一篇即是记载盘庚迁殷时召集众来王庭，对之训话。从甲骨文中用词语气来看，商王对众常用“令”“乎”，与差遣某地奴隶主时用言有相似之处，而不同于奴隶。甲骨文中亦不见有用众作人牲的记载。甲骨文的“丧众”、“丧众人”等，应视为众逃避劳役、兵役，或其他原因造成的亡失。可见，众与奴隶有所差别，仍具有一定的地位，应是介于奴隶主贵族与奴隶之间的一个阶层。

在殷墟发现的近千座平民墓地中，大多数墓都有葬具和数量不等的随葬品，如农具、兵器及狗等，可知其墓主应是从事农业生产，有一定的生产和生活资料，同时又参与作战的人。这些人同甲骨文与先秦文献中所记载的众的身份相符，由此可知这些小墓即众的墓葬。

关于众和众人的身份问题，虽经多年争论，仍有许多不同见解，大致可分

为以下几种意见：

①认为是自由平民。持此观点的学者及代表作有：徐喜辰《商殷奴隶制特征的探讨》、斯维至《关于殷周土地所有制问题》。

②认为是家长制家庭公社成员。持此观点的学者及代表作有：赵锡元《试论殷代的主要生产者“众”和“众人”的社会身份》。

③认为是奴隶主。束世澂《夏代和商代的奴隶制》认为，甲骨文中“众”和“众人”有别，前者属于统治阶级，后者是自由的公社成员、商代基本生产者。陈福林《试论殷代的众、众人与羌的社会地位》认为，“众”和“众人”虽同属奴隶主阶级，但前者是奴隶主阶级中上层基本力量，后者则是奴隶主阶级的基层全体成员。

④认为是奴隶。持此观点的学者及代表作有：郭沫若《奴隶制时代》及李亚农《殷代社会生活》，陈梦家《西周金文中的殷人身份》，王承祒《试论殷代的直接生产者——释羌释众》、《对于〈试论殷代的直接生产者——释羌释众〉的几点补充意见》，王玉哲《试述殷代的奴隶制度和国家的形成》。

⑤认为是族众。持此观点的学者及代表作有：杨棫《论殷末周初的社会性质》、张政烺《卜辞裒田及其相关诸问题》。

上述五种意见最大的分歧在于众和众人的身份是否为奴隶。这一问题的解决，还有待于对古代史料，包括甲骨文、金文、考古及古文献等的深入研究。据目前研究的情况来看，第一种意见较可信从。

【工】

中国古代“凡执技艺者称工”。如以奏乐、祝诵等事为职者、医者、卜者、相人相畜者、绘画者、御车者等等。不过比起从事手工业生产的工来，其他各种工的数量和重要性都要小得多。

工的门类众多。《考工记》所举的就有“攻木之工七、攻金之工六、攻皮之工五、设色之工五、刮摩之工五、搏埴之工二”。古人总称各种工为“百工”，这一名称早在殷墟甲骨卜辞中就已出现。工官在古代也往往称为“工”或“百工”，但是古书中还以“工”和“百工”指称一般官吏，因此指称工官的“工”和“百工”往往被后人误解为指一般官吏。

在原始社会晚期，出现了一些擅长某种手工业的氏族和大家族。进入阶级社会后，这些氏族和大家族有不少变成了隶属于王朝或诸侯国的百工。一般族人成为世袭的工人，其身份近于庶人，族长则成为统率他们的世袭工官。古书上说“有虞氏上陶”而“虞阏父为周陶正”，薛国“奚仲始作车”，“居薛以为夏车正”。商周铜器铭文中有“木工”、“段（锻）金”等族氏，似可为证。除这种“百工族”外，商周时期也存在不少奴隶身份的工。属于大贵族（包括王）私人的工，大概有不少是这一类的。

殷墟甲骨卜辞中提到的“工”，除“百工”外还有“多工”、“㞢父（或释‘尹’）工”、“在北工”等，其具体情况已无从确知。

西周时期工的情况，在《尚书》和

铜器铭文中有所反映。《尚书》中《康诰》提到的“百工”、《酒诰》的“宗工”、“百宗工”和《洛诰》的“百工”、“在周工”，大概既有指周王朝的“百工族”的，也有专指“百工族”之长的。矢古彝铭文中，“百工”与“诸尹”、“里君”并列，显然指“百工族”之长而言。伊簋铭文记王命伊管理“康宫王臣妾、百工”。师毁簋铭文记伯和父命师毁管理“我西东隔仆驭（御）、百工、牧、臣妾”。这种与臣妾并提的百工，可能不是“百工族”而是奴隶身份的工。

春秋时期，非奴隶的百工一般似仍聚族而居。《国语·齐语》说，管子制国（指国都及近郊地区）以为二十一乡，其中“工、商之乡六”，又说“工立三族、市立三乡”；《周书·程典》说“工不族居，不足以给官；族不乡别，不可以入惠”；大体上应能反映这一时期的情况。所以“工之子恒为工”的局面在当时也仍然维持着。从《国语》“工商食官”、“处工就官府”这些话来看，统治者原则上是要求工以全力为官府服役的。工商之家也受田，但数量比农民少得多。工本人可以从公家的廪领取口粮，如《礼记·中庸》说：“日省月试，既（饩）廪称事。所以劝百工也。”《周礼·夏官·槀人》也有考察选弓弩的工人的工作“以下上其食而诛赏”的话。以上所引可能说的是战国时期隶属官府的工的待遇。估计春秋时代一般百工的待遇与此不会有多大出人。

《左传》昭公二十二年记周景王死后，“王子朝因旧官百工之丧职秩者，与灵、景之族以作乱”。哀公十七年和二十五年也分别记有卫庄公和卫出公役使工匠过久以致引起反抗的事。这些记载反映，春秋晚期，统治百工的旧制度已经难以维持。

在春秋史料里，《国语》提到“女工妾”，《左传》记有鲁国送给入侵楚军“执斫、执针、织纴”各一百人。这些人都应是奴隶身份的工。

经过春秋战国间剧烈的社会变化，百工中族的组织基本瓦解，工商食官制度也遭到严重破坏。“日至于市而不为官工”的个体手工业者开始大量出现。子夏说“百工居肆以成其事”，肆应指市肆（见市），而百工也许是个体手工业者。不过个体手工业者并非一定居于市肆。《吕氏春秋·召类》所说的、居于宋国大臣司城子罕家南面“恃为鞔以食”已达三世的工人，就是一个例子。

战国时期，随着商业的迅速发展，出现了一些经营大规模手工业的富人，如“猗顿用盬盐起，而邯郸郭纵以铁冶成业，与王者埒富”。秦汉蜀地著名富户卓氏，在赵国时，先人就已“用铁冶富”。迁蜀后，卓氏重新创业，仍经营冶铸，“富至僮千人”。战国时，经营盐铁等业的大手工业者在生产上也大量使用奴隶，大概还使用依附人性质的徒役（见徒）和雇佣劳动。

战国时期，各国对人民的统治都很严厉。从汉代的情况推测，民间手工业者一般大概都有市籍。他们不但要负担沉重的赋税徭役，而且社会地位也比一般平民低。不过《韩非子·五蠹》说：“官爵可买，则商工不卑也”，可见富有的手工业者仍有办法获得较高的地位。

民间手工业者的大量涌现，并不意味着“工商食官”制的彻底崩溃，更不意味着官手工业的衰落。从战国时器物

的铭文可以看出，当时各国中央和地方的很多官府以至王宫，都有自己经营的手工业。官手工业使用的劳动力主要有两种：一种是隶属官府的长期服役的工，其身份与春秋以前“食官”的工商相似。云梦秦律基本上制定于战国时期，其中的一条军爵律说：“工隶臣斩首及人为斩首以免者，皆令为工。其不完者以为隐官工。”秦律所说的官家工奴免除奴隶身份后充当的工，应即属于这一类。另一种是刑徒等官家奴隶，从秦律和出土的战国时期秦国兵器铭文来看，秦国曾大量用隶臣妾、城旦、鬼薪等类人当工人。城旦、鬼薪都是刑徒，隶臣妾中既有刑徒也有其他官奴。三晋兵器铭文所记监造者中往往有管刑法的司寇，它们的官手工业无疑也是使用刑徒的。非刑徒的囚犯和为公家服劳役以抵债或赎罪的“居作”者也会有一部分使用在官手工业中。此外在官手工业中还可能使用服徭役的人以及有较高技术的雇工（见于战国晚期楚铜器铭文的“铸客”，有人认为指高级雇工。不过也有人认为是官名）。春秋战国时期管理工人生产的官吏，一般称为“工师”。

在临淄故城（今山东淄博东北）等地出土的战国齐陶器上常有印文，内容为陶工的邑里和名字。其中可以看到很多同邑里的不同人名，还可以看到“匋（陶）里”之称。可见当时手工业者中族的组织虽已基本瓦解，聚居的情况在有些地方仍然保持。在咸阳及其附近出土的战国后期秦国陶器上，也常有格式统一的陶工印文，如“咸郿里角”、“咸市阳于”等。“郿里”、“市阳”等为里名，“角”、“于”等为人名。里名中，郿里最为常见，应是陶工聚居之区。有人认为上述那些陶器是官手工业的产品，陶工是隶属于官府的工人。但也有人认为那些陶器是私营手工业的产品，陶工是仍受国家较严控制的个体手工业者。也有可能那些陶器是在一种由“工商食官”向个体手工业过渡的制度下生产出来的。

【奴隶】

先秦时期人身完全为主人（包括公家）所占有的服役者。通称“臣妾”。男为臣，女为妾（不包括与君主、贵族有臣属或婚姻关系的臣、妾）。又称“虏”、“仆”、“奴”、“隶”、“婢”、“臧获”、“僮”（亦作“童”）、“竖”、“奚”（一种女奴）等。大约在战国晚期，出现了“仆妾”、“奴妾”等与“臣妾”同义的名称。汉代，“汉婢”取代“臣妾”而成为奴隶的通称。虽然“奴”和“隶”这两种奴隶名称在先秦时代都已存在，“奴隶”一词却是在汉代之后的著作里才出现的。

奴隶的来源　基本上来自下列四种人：

①战俘、被掠取者、被征服者。特别是商和西周的奴隶，大概绝大多数都来自这些人。从殷墟甲骨文和西周铜器铭文可以看出，无论是商、周王朝或是其敌对的方国、部落，都力争在军事行动中擒获战俘并掠取对方人口。商代贵族获得的大量俘虏，如羌人、夷人等，一部分用作人殉人祭，一部分则沦为奴隶。西周时期，杀人祭祀的现象大大减少，俘虏用作奴隶的比例大幅度上升。在西周前期的小盂鼎铭文所记的征伐某个方国的战争中，周人斩获了三千八百

多个首级，还俘获一万三千八十一人。《左传》中关于春秋时期俘虏的记载很多。战国时战败国的青壮年大批战死，《尉缭子·武议》就指责用兵攻人者“杀人之父兄，利人之货财，臣妾人之子女”。时人亦常把奴隶称为“虏”。不过在战国时期，其他来源的奴隶急剧增加，俘虏作为奴隶来源的重要性不如过去突出。

征服者对被征服的国家或部落的处理方法比较复杂。从西周春秋时代史料看，统治者往往使被征服者中原来有射御等作战技术的人充当在军事上为他们服役的“臣”、“仆”，使原来从事农业劳动的人成为为他们耕种土地的“庸”；同时不仅允许这种臣、仆或庸有家庭，而且还让他们大批聚居在一起。他们究竟是否应该看作奴隶，尚有待讨论。

②罪人及其家属。商以来，就有把一部分罪犯（通常是所犯之罪既不轻但又不够处死刑的人）以及犯死罪和其他较重之罪者的家属罚为官奴的制度。西周罪犯家属没为官奴者（或谓指盗贼罚为官奴的），男子成为司隶所掌管的罪隶，女子从事舂米等劳动。战国时，各国都有大量因犯罪而受刑（如去须鬓的耐刑，去发的髡刑以及鲸、劓、刖、宫等肉刑）并被罚为公家服役的刑徒，如秦国的刑徒有隶臣、隶妾、鬼薪、白粲、城旦、舂等名目。过去一般认为刑徒服役都有期限，因此有些人怀疑是否能把他们看作官奴。据近来有些学者的研究，隶臣妾等刑徒在汉文帝实施罪人“有年而免”之制前，是无限期服役的（但秦律提到的“更隶妾”，可能只以一部分时间为公家服役，情况比较特殊）。无期限的刑徒无疑应该看作国家的奴隶。但春秋以前的罪奴，由于原来身份以及成为罪奴后的工作的不同，具体情况可以有很大差别。例如春秋时有些贵族因有罪而“降在皂隶”，他们一般都有自己的家庭和世守的职务，地位近于低级的吏，是否应该看作奴隶，也是有讨论余地的。

③被家长出卖的妻儿及自卖为奴者。自战国始，贫民或其他破产者出卖妻子、儿女为奴的现象大量出现。有时他们采取赘的方式，即以妻儿作为债务抵押，过期不能偿债就被债主没为奴隶。作为抵押的赘子如被债主家招为女婿，就成为赘婿。战国时赘婿的地位极低，跟奴隶相似。自卖为奴的现象在战国时期也已存在。上述奴隶，基本上可以看作债务奴隶。

④奴隶的子女。奴隶的子女在一般情况下仍是奴隶，即《汉书·陈胜传》所谓“人奴产子”。

此外，强抑、诱拐以至掠卖人为奴等现象也是存在的。

奴隶的转移　其方式主要为：

①赠赐。春秋以前，王、侯或其他大贵族赏赐臣下以奴隶比较常见。战国时，国家曾把奴隶赏赐给有功者。私人间也馈赠奴隶。秦简《法律答问》部分曾提到“妻媵臣妾”，即娘家陪嫁的奴隶。国家间有时也馈赠奴隶。如《左传》成公二年记鲁国赂人侵楚军以“执斲、执针、织纴”各一百人。

②买卖。西周时期的曶鼎铭有用马和丝等物赎回五个奴隶的记载，这还不能算真正的奴隶买卖。真正的奴隶买卖的出现大概不会早于春秋时期。战国之际，“卖仆妾售于闾巷者，良仆妾也”，反映出奴隶买卖已极其普遍。公家、私

家之间也进行奴隶买卖。《国语·吴语》记越王勾践在伐吴前下令说，军士因不听命被斩者的妻儿要沦为奴隶卖给私家。秦简《封诊式》的“告臣”爰书说，士伍甲由于其臣“骄悍，不田作，不听甲令，谒卖公，斩以为城旦，受价钱”。可见私家在特殊情况下也可以把奴隶卖给公家。

此外，如国家没收犯罪者的奴隶、私人用奴隶为官奴赎身、国家间或私家间掠夺奴隶、占有他人的逃亡奴隶等等，也都会使奴隶变换主人。

春秋以前，奴隶基本上掌握在大夫以上的贵族手中。到战国时，由于旧制度的崩溃和奴隶买卖的发达等原因，占有奴隶者的范围扩大。从秦简《封诊式》的“封守”爰书看，一个并不富有的无爵的士伍也占有着一臣一妾。上引“告臣”爰书所说的奴隶主也是一个士伍。

奴隶身份的解脱 在一般情况下，奴隶身份是终身不变的，而且还要传给子孙。解脱奴隶身份的途径主要有下述几种：

①逃亡。殷墟甲骨文中有不少讲到奴隶逃亡的卜辞。《尚书》、《左传》、《墨子》及云梦秦简中的《日书》等，都记有奴隶逃亡的史实或“逃臣”一类的词语。为了巩固自身统治，先秦时期的统治者对奴隶逃亡问题非常重视。周文王有“有亡荒阅”之法，规定如有奴隶逃亡，就要进行大搜查。战国时卫嗣君为了显示法令的尊严，甘愿用一个叫左氏的邑去换回一个逃亡到魏国的胥靡。可见奴隶逃亡要获得成功并不容易。

②赎身。指有关的人或公家把奴隶赎为庶人。《吕氏春秋·察微》说：“鲁国之法，鲁人为人臣妾于诸侯（指其他诸侯国），有能赎之者，取其金于府。”其他国家不知是否有类似规定。秦律允许人以爵级或用“丁粼”（不知是否为丁壮之意）男子赎取隶臣妾。一般隶臣用两人赎取，达到“免老”年龄的老隶臣和高五尺以下的小隶臣以及隶妾，用一人赎取。用来赎取的人则成为隶臣。估计一般被用来赎取隶臣妾的人都是私家奴隶。此外，秦律还允许百姓以“戍边五岁”而不抵消应服之役的条件，赎取当隶妾的母亲或姐妹一人为庶人。

③立功。为奴隶主或国家立功，也是免除奴隶身份的一个途径。晋国栾氏之乱时，官家奴隶斐豹以杀死栾氏“力臣”督戎为条件，取得执政者焚烧“丹书”（用朱砂书写的奴籍）免除其奴隶身份的允诺。在晋国贵族赵氏与范氏、中行氏的斗争中，赵简子也曾在一次战斗前提出“克敌者……人臣隶圉免”的允诺，来激励属下奴隶们的斗志。从秦国的《军爵律》可以知道，隶臣斩得敌首就可免除奴隶身份（一般人斩一首获爵一级，隶臣应是斩一首获免，斩二首始获公士爵）。

此外，奴隶身份的免除还有一些比较特殊的情况。例如战国晚期秦国取得新领土后，有时把奴隶免为庶人迁居到那里去。

奴隶的工作 先秦时期奴隶从事的工作，方面很多：

①生产劳动。西周后期始有农业奴隶的记载。战国时奴隶从事农业劳动是普遍现象，但是他们的劳动积极性一般都非常低。《左传》僖公二十三年提到“蚕妾”，估计先秦时从事蚕桑业的女奴数量不会少。此外还有从事畜牧的

“刍”、“仆御”、“牧”、“牧童”等奴隶。公私奴隶中从事手工业的也很多。刑徒等官中除专门从事手工业的“工隶臣”一类人外，男子往往被使用在土木工程上，女子往往被使用在舂米、造酒等工作上。《尸子·发蒙》说“家人子侄和，臣妾力，则家富”，可知战国时期私家奴隶在生产劳动上的重要性。

②御车、保卫等工作。西周后期师瞉簋铭中有“仆御”，大概就指这种奴隶。考古工作者屡次在商周时代的车马坑中发现殉葬者，他们应该就是奴隶身份的仆御。据《周礼·秋官》，司隶之官所管辖的蛮隶、闽隶、夷隶、貉隶等异族奴隶，以守卫为主要任务。

③服侍人的工作。如侍候主人或服各种家庭杂役的婢、妾、僮、竖、臣、仆（这类男奴中往往有阉人）、宰（厨子、守门的阍（往往由刖足奴隶充当）以及从事舞乐的女乐等等。

④其他工作。《周礼》所说司隶所属之隶（主要指罪隶）及秦简《封诊式》提到的“牢隶臣”，都有跟随官吏去执人的职责。秦律中一度曾规定卜、史（书记）犯罪受耐刑为隶的，仍从事卜、史的工作，称为“耐卜隶”、“耐史隶”。他们同上述的牢隶臣一类人，似可称为公务奴隶。《史记·货殖列传》说战国时周人白圭善于经商，“与用事僮仆同苦乐”，可见奴隶还有使用在商业工作上的。

先秦时代的大奴隶主拥有很多奴隶，如战国晚期吕不韦的家僮竟多至万人。在大奴隶主家里，奴隶大概多数有比较明确的分工。一部分官奴如工隶臣等，其任务也很明确。但是在小奴隶主家里，尤其是在只有一两个奴隶的家庭里，奴隶恐怕大都是既要生产也要服杂役而缺乏明确的分工。

奴隶的地位　奴隶及其子女同牲畜并无区别，不但可以被买卖，而且连生死也完全掌握在主人手中。用奴隶殉葬的风气在整个先秦时代一直存在。商代人举行祭祀时往往用奴隶当牺牲。从秦简《法律答问》部分可以知道，家主“擅杀、刑、髡其子、臣妾”，子和臣妾都无权告发，告发反而有罪。奴隶如不听主人的话，要受残酷的肉刑。但在战国时期，至少在战国晚期的秦国，主人如要对奴隶施加较重的刑罚或杀奴，原则上应该告官，这对奴隶主多少能起些约束作用。

一般奴隶的日常生活也很痛苦。他们不能跟普通人一样装束。如臣不能用冠，妾不能用笄，发式跟普通成年人不同。刑徒要剃去须鬓，或同时剃去须鬓和头发，很多人还要在颈部加铁钳或绳索等物，穿褐衣或赤衣（一般庶民不穿赤衣，褐衣也只有穷人才穿）。有些私家奴隶也同刑徒一样装束。奴隶逃亡现象的普遍，正是奴隶遭受的迫害极为残酷的反映。

【徒】

先秦时期指服役者。《国语·周语中》“司徒具徒”句韦昭注：“具徒役，修道路之委积也。”《周礼·天官·序官》“胥、徒”郑玄注：“此民给徭役者。”徒又指步行者、从属者，也均与服役有关。

商代是否已有“徒”的名称还不清楚。西周铜器铭文中有“司徒”官名，也见于《诗·大雅·崧高》和《鲁颂·

泮水》的“徒御”一语。但西周铜器铭文一般称司徒为“司土”，称“司徒”的只有永盂、扬簋、无叀鼎等寥寥数器。其时代均未早于西周中期。由于“驭”、“御”为通用字，“徒御”一语，禹鼎也写作“徒驭”，穆王时的班簋则写作“土驭”。

“徒”从“土”声，司徒又作司土，既掌管土地，也掌管征发徒役。司徒征发的徒役出自庶民的家庭。《周礼·地官》中有关于徭役的一些规定。如“小司徒”条载：“上地家七人，可任也者家三人。中地家六人，可任也者两家五人。下地家五人，可任也者家两人。凡起徒役，毋过家一人，以其余为羡，唯田（田猎）与追胥（追捕盗贼）竭作。”“遂人”、“稍人”等条对野、鄙地区的徭役也都有规定。没有采用司徒这一官名的国家，如秦国，也称服徭役的庶民为徒。《秦律·徭律》就经常使用这一意义的“徒”字。

战国时，无力负担正规赋税的贫苦劳动人民，要被国家降为比一般庶民服更多更沉重劳役的贱民。这种人也称为徒。《墨子·尚贤中》说：“不肖者抑而废之，贫而贱之，以为徒役。”战时在军中服劳役的“厮徒”、“厮养之徒”、“厮舆白徒”，大概多是这种人。《荀子·议兵》载有“佣徒鬻卖之道”，则徒指雇佣劳动者。此外，犯罪判刑后为公家服役者称刑徒。《周礼·地官·序官》载每门、海关都有“徒四人”；秦律中也有“大车殿，赀司空啬夫一盾，徒笞五十”的记载，均指刑徒。到汉代，“徒”几乎成了刑徒的专称。

春秋后期铜器叔弓镈、钟记，齐侯命叔弓管理“鄩（莱）遫或徒四千”。唐兰读“遫或徒”为“陶铁徒”，有人认为这是从事冶铸的工奴。

《周礼正义》解释“胥、徒”之“徒”说：“《说文·辵部》云：‘徒，步行也。’凡徒亦步行给役者，故以为名。”认为徒役之义是由步行之义引申出来的。徐中舒认为“徒从土”，本指“束缚在土地上的农民”。依此说，“徒”字服役者之义与步行者之义也是有联系的。“徒”的从属者一义同服役者一义也有密切关系。大约自春秋晚期，随着古代社会中残存的各种公社关系的瓦解，出现了很多投靠私家的人，称为徒，如，从师之徒等。他们大都要为主人（包括老师）服役，称为“徒役”。

【庸】

先秦对某些地位较低的劳动者的一种称呼。商代史料里尚未发现指称劳动者的“庸”字。在西周时期，“庸”似指从事农业等主要生产劳动的被奴役者（不包括从事农业等劳动的臣妾）。《诗·鲁颂·閟宫》说，成王封鲁时赐鲁侯以“山川”与“土田附庸”。“附”应该读为“仆”。仆是主要使用在军事上的被奴役者，庸是主要使用在生产劳动上的被奴役者。《诗·大雅·崧高》叙述周宣王封申伯于谢的事说：“王命申伯，式是南邦。因是谢人，以作尔庸”，意即把谢地人民赐给申伯当庸。西周后期的询簋记载周王命询管理由夷人充当的“先虎臣、后庸”。虎臣的性质与仆相似，他们在战争中被驱使去冲锋陷阵，所以称为“先虎臣”。庸在战时大概要跟随在军队后面服劳役，所以称为“后庸”。西周时期称为“庸”的，似乎大

都是被征服的异族人。他们一般同周族庶人一样，也有家室、邑落，但所受剥削压迫比周族庶人为重。

春秋战国之间，与社会政治、经济的变革相适应，“庸”所指的对象也发生了变化。在战国时期的史料里，“庸”有时作“（佣）”，多指雇佣劳动者。但战国初期，国家对私家使用雇佣劳动者大概有一定控制。《吕氏春秋·上农》说“农不上闻，不敢私籍于庸”，《商君书·垦令》等篇也说，为了驱民归农应该禁止私家取庸。由于贫民不断增加，商品经济不断发展，以及剥削阶级越来越需要积极性较高的劳动力，到战国后期，雇佣劳动发展极快，国家实际上已无法控制。《管子·治国》说：“耕耨者有时而泽不必足，则民倍贷以取庸矣。”可见为了不失农时，连一般农民都需要雇工。在发生饥荒的时候，统治者有时也用以工代赈的办法来救济贫民。《管子·乘马数》说，如果碰到凶年，就应该大兴土木，“以前无狗后无彘者为庸”。

从现存战国史料来看，使用雇佣劳动的工种有耕耨、决窦（渎）、灌园、缮冢墓、理宫室、立台榭、筑墙垣、煮盐等，范围已相当广泛。

《管子·山至数》、云梦秦简和《荀子·议兵》都提到“市庸”或“市佣”。可见当时的市场里集中了很多待人雇佣的劳动者。《韩非子·外储说左上》说，主人要做美味的饭菜款待“卖庸而播耕者”，还要准备优质的钱、布做酬劳。这不是“爱庸客”，而是为了要他们深耕熟耨。庸客努力劳动，也不是“爱主人”，而是因为这样做，饭菜就美，给的钱、布就好。这段话对战国后期比较自由的雇佣关系作了生动的描述。《韩非子》有“卖庸”、“买庸”（即“买人功”）的说法。《荀子·议兵》也有“佣徒鬻卖之道”的话。《韩非子》还把雇佣劳动者称为“庸客”。战国后期，庸客的大量出现，与统治阶级所豢养的，不同于“家臣”、“徒役”的宾客、食客的大量出现，是平行的现象，很值得重视。不过，雇佣劳动者大多数是无家业的贫民，社会地位低下。他们不但要从事辛勤的劳动，受雇主剥削，而且还会受到有权势的雇主的压迫虐待。

战国时期，“赁”字意义同“庸”（佣）相近。《荀子·议兵》“是其去赁市佣而战之，几矣”，《史记·范睢传》有“范睢曰：臣为人庸赁”。《韩非子·显学》说“儒者破家而葬，赁子而偿”，大概是让儿子给债主当佣工抵债的意思。战国时期，楚国铸有一种供旅行者过传舍用的铜节，铭文说：“王命，命传赁一擔（担），飤之。”“赁一擔”可能是租给持节者一个担负东西的役徒的意思。

《左传》襄公二十七年记：“崔氏之乱，申鲜虞来奔，仆赁于野，以丧庄公。”有人认为这是关于雇佣的最早记载，但是《左传》的内容并非都是当时的实录，似乎不能仅仅根据这条材料就断定春秋时期已有雇佣关系。古书中有“赁”当读为“任”的例子。“任”可以当担负重物讲，载运东西的车古代也称为“任车”。如果把《左传》的“仆赁”读为“仆任”，解释为给人赶车，给人搬运东西，似乎也讲得通。

【耦犁】

由二牛合犋牵引、三人操作的一种

耕犁。汉武帝时赵过在推行代田法的同时，发明了二牛耦耕的耦犁，其操作方法是一人牵牛，一人掌犁辕，以调节耕地的深浅，一人扶犁。这种犁犁铧较大，增加了犁壁，深耕和翻土、培垄一次进行，可以耕出代田法所要求的深一尺、宽一尺的犁沟。二牛三人一个耕作季节可管五顷（汉大亩每亩当今六分九厘，每顷当今六十九亩）田的翻耕任务。耕作速度快，不至耽误农时。此后，耦犁构造有所改进，出现了活动式犁箭以控制犁地深浅，不再需人掌辕。驶牛技术的娴熟，又可不再需人牵牛。从汉代墓葬壁画和画像砖中的牛耕图及陪葬的牛、犁明器看，从西汉晚期起，二牛三人的耕作方法已逐渐为一人扶犁并驶二牛的方法所取代。

【代田法】

西汉赵过推行的一种适应北方旱作地区的耕作方法。由于在同一地块上作物种植的田垄隔年代换，所以称作代田法。

汉武帝刘彻末年，为了增加农业生产，任赵过为搜粟都尉。赵过把关中农民创造的代田法加以总结推广，即把耕地分治成甽（同畎，田间小沟）和垄，甽垄相间，甽宽一尺（汉一尺约当今0.694尺），深一尺，垄宽也是一尺。一亩定制宽六尺，适可容纳三甽三垄。种子播在甽底不受风吹，可以保墒，幼苗长在甽中，也能得到和保持较多的水分，生长健壮。在每次中耕锄草时，将垄上的土同草一起锄入甽中，培壅苗根，到了暑天，垄上的土削平，甽垄相齐，这就使作物的根能扎得深，既可耐旱，也可抗风，防止倒伏。第二年耕作时变更过来，以原来的甽为垄，原来的垄为甽，使同一地块的土地沿甽垄轮换利用，以恢复地力。

在代田法的推广过程中，赵过首先令离宫卒在离宫外墙内侧空地上试验，结果较常法耕种的土地每汉亩（大亩，约合 0.69 市亩）一般增产粟一石（大石，合今二市斗）以上，好的可增产二石。随后，赵过令大司农组织工巧奴大量制作改良农具——耦犁、耧犁，又令关中地区的郡守督所属县令长、三老、力田和里父老中懂农业技术的使用改良农具，学习代田法的耕作和养苗方法，以便推广。在推广过程中，发现有些农民因缺牛而无法趁雨水及时耕种，于是赵过又接受前平都令光的建议，令农民以换工或付工值的办法组织起来用人力挽犁。采用这样的办法，人多的组一天可耕三十亩，人少的一天也可耕十三亩，较旧法用耒耜翻地，效率大有提高，使更多的土地得到垦辟。后来代田法不仅行于三辅地区，也推广到河东、弘农、西北边郡乃至居延等地，都收到了提高劳动生产率和增产的效果。

【区田法】

西汉后期在甽种法和代田法基础上发展起来的一种园田化的集约耕作方法。适用于北方旱作地区。最早载于汉成帝时的《氾胜之书》。区田法的特点是在小面积土地上集中使用人力物力，精耕细作，防旱保收，求得单位面积的高额丰产。

区田法具体做法，首先是深挖作“区”（音欧，意为地平面下的洼陷）。

区田法的田间布置有两种，即开沟点播和坑穴点播，沟或坑就称为“区”。开沟点播的规范作法是将长十八丈（汉一丈约当今六尺九寸四分），宽四丈八尺的一亩土地，横分十八丈为十五町。町宽一丈五分，长四丈八尺。町与町间有宽一尺五寸的行道。每町又竖挖深一尺、宽一尺、长一丈五分的沟，作物即点播在沟内。坑穴点播是在土地上按等距离挖方形或圆形的坑，坑的大小、深浅、方圆、距离，随作物不同而异，作物即点播在坑内。开沟点播用于种植禾、黍、麦、大豆、荏（苏子，一种油料作物）、胡麻。坑穴点播用于种植粟、麦、大豆、瓜、瓠、芋。深挖作区的作用同甽种法和代田法一样，有利于防风防旱，保墒保肥和作物根系的发育。其次，区田法须点播密植。如种粟，开沟点播是每沟内种粟二行，行距五寸，每汉亩合一万五千余株，折合市亩约为二万三千余株。坑穴点播种粟各小区（坑）下种二十粒，一亩三千七百区，合七万四千株，折合市亩约十万六千余株。再次，区田法须播前溲种（以肥料和可以防虫的物质处理种子）和在区内施用重肥，如粟、麦、大豆等每小区（坑）要施好粪一升，瓜每小区要用粪一石。最后，区田法注重中耕除草，保墒和灌溉。

区田法不仅适用于平地和熟田，也可施之于坡地和荒地，有利于扩大土地利用范围。

区田法可大大提高粮食的亩产量，但由于这种耕作方法技术要求高，又须耗费大量的人力物力，因此在汉代及以后的封建社会各个时期中，只作为小面积丰产试验的特例而存在，并没有也不可能在很大的范围内普遍推广。

【提花织机】

一种具有提花设备，能在织物上织出花纹的织机。古代普通织机是利用一片或两片综（提升经线的部件），分别同时提升单数或双数的经线，形成梭口，以便送纬打纬，织成平纹的织物。提花织机则是有许多综片，分别控制千百根经线作不同的升降运动，与交织综一起同纬线错综参差交织成具有各种花纹和文字图案的织物。商和西周的丝织品上已有简单的几何纹，可知当时已有提花的机具。春秋战国时，相当精美的锦和文绮上已出现了复杂多变的鸟兽龙凤花纹，可知提花装置已从简单趋于复杂，应已使用平放式的吊综提花和有脚踏板的织机，而且可能将用线综来提升单根经线改进为把作相同升降运动的线综合为一束，即综束，一起提升。考古发现的汉代提花织物主要是文绮、文锦和文罗。1971年长沙马王堆汉墓出土的西汉初年的绒圈锦，其总经线数为八千八百至一万一千二百根，组织结构相当复杂，织机的复杂和织造工作的艰巨可以想见。据说汉宣帝时河北巨鹿（今河北平乡西南）的陈宝光妻曾用一百二十综、一百二十镊（可能为竹或金属制的用以夹挟综束以便提举的装置）的提花机织出精美的蒲桃锦和散花绫，一匹费时六十日，值万钱。汉时的一种大型提花织机，在机上部专门设有花楼，挽花工在上面按预定的花纹图样控制复杂的综线运动，与坐在机前的织工配合织造。东汉王逸的《机妇赋》中曾生动形象地描写了这一复杂艰巨的劳动。三国时，马钧又将当时通行的五十综五十镊或六十综六十

镊的提花织机改为十二综十二镊，大大提高了织造效率。

【釦器】

加上铜边、铜耳、银边或铜边上鎏金涂银的漆器，也有纯以金镶边的。这本是适应漆器胎骨减薄而创造的一种加固技术，后来发展成为精制漆器上的华贵装饰。战国墓中即已出有釦器，汉代漆器大盛，釦器因之更流行，成为皇室、贵族、官僚、豪富的饮食用器。考古发现的釦器有杯、盘、奁、盒、匣等。出土地点有陕西、山东、安徽、湖南、湖北、广东、甘肃乃至朝鲜等处。釦器主要由政府工官制作，以蜀郡、广汉郡工官所作最多也最著名，一年用费曾各达五百万钱之多。此外，潼、武都、河内等处工官也有制作的。釦器主要供宫廷使用，如太官令尚食，用黄金釦器，中官长、私官长尚食，用白银釦器等。也用于皇室对臣下的赏赐，有一部分亦可能出售。釦器需由素工、髹工、上工、铜扣黄涂工、画工、雕工、清工、造工等经多道工序分工协作制成，人力耗费极大。《盐铁论·散不足》所云“一杯棬用百人之力”，扬雄《蜀都赋》所说“雕镂釦器，百技千工”，并非全为夸饰之辞。东汉时釦器仍盛，皇室所需主要仍由蜀郡、广汉郡工官供应。殇帝时，皇太后邓氏即曾下令不复调蜀汉釦器。汉末以后，漆器使用渐少，釦器的制作也随之衰落。

【服官】

为皇室专门制作高级丝织服物的一种工官。西汉时，因齐、鲁一带丝织业发达，政府在齐郡临淄（今山东淄博东北临淄镇北）和陈留郡襄邑（今河南睢县）两地设置服官，产品专供宫廷使用。襄邑服官刺绣好于机织，主作皇帝礼服。临淄服官则机织比刺绣更好，主作宫廷所需的其他衣料；春献冠帻縰（方目纱）为首服，纨素（绢）为冬服，轻绡（轻纱）为夏服，故临淄服官又称齐三服官。齐三服官主管有长及丞。织工主要用民间技术工匠和女工，产品质量较好。西汉前期进献数量尚少，每年不过十笥。到元帝时，齐三服官作工各达数千人，每年费钱数亿，浪费很大。经贡禹奏请，于元帝初元五年（前44）停罢。未几，恢复。哀帝绥和二年（前7）又诏齐三服官止作勿输，但未全罢。东汉初沿置。章帝建初二年（公元77）复诏罢之。

【王田私属】

王莽改制时以诏令形式规定的对全国耕地和奴婢所加的名称。西汉后期，地主官僚和大工商主兼并土地、占有奴婢的情况十分严重。哀帝时师丹曾建议限田、限奴婢，遭到当权的外戚、官僚的反对，未能实行。新莽代汉，托古改制，于始建国元年（公元9）下诏，宣布将天下田改名曰王田，奴婢曰私属，都不准买卖。又照孟轲提过的井田制（见井田）一夫一妇授田百亩的原则，规定一家男子不到八人而田过一井（九百亩）的，应将余田分给九族乡邻中无田或少田的人。原来无田而应授田的人也按上述原则授与土地。新莽的这一措施，意在缓和土地兼并和防止农民奴隶

化。但诏令颁行后，分田授田的规定并未能施行，只是冻结了土地和奴婢的买卖，地主、官僚、工商主因继续买卖土地、奴婢而获罪的不可胜数，因此纷起反对。新莽只好在始建国四年下令买卖土地、奴婢不再治罪，承认了这项改革尝试的失败。地皇三年（公元22）新莽崩溃前夕，最后废除了关于王田、私属的法令。

【白渠】

西汉武帝时在关中平原上修筑的沟通泾水和渭水的人工灌溉渠。因太始二年（前95）依照赵中大夫白公的建议开凿，故称白渠。或与北面战国末年修筑的沟通泾水和洛水的郑国渠并称郑白渠。渠起自谷口（亦作瓠口、洪口，今陕西礼泉东北），引泾水东南流，经池阳（今陕西泾阳西北）、栎阳（今陕西临潼栎阳东北），东到下邦（今陕西渭南东北），南注入渭水。长二百里，溉田四千五百余顷。渠成，人乐其利，作歌赞美道："田于何所？池阳谷口。郑国在前，白渠起后。举苗为云，决渠为雨。水流灶下，鱼跳入釜。泾水一石，其泥数斗。且溉且粪，长我禾黍。衣食京师，亿万之口。"东汉迁都洛阳，郑国渠和白渠渐废，对渭水流域农业地区的衰落很有影响。

【灵渠】

秦时开凿，位于今广西北境的运河。又称澪渠或零渠，也称秦凿渠。秦始皇统一六国后，着手开拓岭南一带，派尉屠睢率军南下。为了运输军粮，命监禄督率士兵在今广西兴安县境内开凿运河，以沟通湘、漓二水，联系长江与珠江两大水系。这条运河自此成为联络中原与岭南地区的水路通道，除有舟楫之利外，又用于灌溉。它的主要工程包括铧嘴、大小天平、南渠、北渠等。铧嘴是分水坝，在湘水支流海洋河中，状似犁铧，以石筑成，角端所指与河水流向相对，把海洋河水一分为二，一流入南渠，一流入北渠。大小天平是位于铧嘴尾端用石筑成的拦河坝，呈"人"字形堤，高度略低于河水堤岸。与河水东岸相近的一段称大天平，同北渠渠口相衔。与河水西岸相近的一段称小天平，同南渠渠口相衔。天平作用是提高湘江水位，拦河蓄水，枯水季节，大小天平拦截全部河水入渠，以便水运。大水季节，洪峰漫过天平坝顶，流入海洋河故道，减煞水势。从而使渠内流水，涨而不溢，枯而不竭，经常保持安全流量。南渠全长约30多公里，其中4.5公里为人工开凿，以下利用原有河道前进。北渠约长4公里。南渠与漓江上游大溶江接通；北渠通入湘江。南渠、北渠流量为三比七，故有"湘七漓三"之说。

灵渠之名始于唐时。汉以后历代对这条运河都有疏浚改建，并增添了新的工程。如泄水天平，在南北两渠共有五处，主要用来调剂渠道水量。陡门为唐代宝历年间（825～826）李渤主持修渠时创建，多建于渠道浅狭、水流湍急处。经过陡门拦阻，水位提高，流势平缓，便利行船，其作用有如后世的船闸。

【秦汉田租】

秦汉时国家向土地所有者征收的土

地产品税，亦称田税。战国时代税率一般定制为亩产的十分之一，称“什一之税”。但实际上各国田租往往超过这个税率。秦灭六国后，田租税率未见记载，大约很高。汉高祖时行轻徭薄赋政策，田租什五而税一，实行未久，又有增加。惠帝即位（前195），恢复为十五税一。文帝二年（前178），为了鼓励农民生产，减收当年天下田租之半。此后，由于实行贾谊的重农积粟政策和晁错的募民入粟赐爵政策，国家掌握的粮食大大增加。文帝于十二年复减收天下田租之半，十三年更免除民田的租税以“劝农”。到景帝二年（前155）遂正式规定三十税一。这一税率，终西汉之世没有改变。东汉光武帝初年，由于战乱未平，军费浩大，国家财用不足，田租一度复增为什一。建武六年（公元30），即恢复旧制为三十税一，直到献帝建安九年（204）曹操平邺（今河北临漳西南），才改为亩税四升。

田租系按亩征税。秦和西汉一般由地主、自耕农向政府申报土地数量，登入簿籍，作为征收依据，曰“自实田”或“名田”。随着土地兼并的加剧，地主豪强往往隐匿自己占有的土地，于是东汉初曾进行“度田”，即由官府检核垦田顷亩和户口年纪，以便均平负担。但由于地方豪强的反对，度田流于形式。在封建政府的财政收入中，田租例为基本项目。

田租征收谷物，亦称为“谷租”、“租谷”。至于东汉桓帝和灵帝时两次亩敛税钱十钱，则是为补国库空乏，是正税以外的临时附加，属横敛性质，非经常的田租。

汉代田租规定三十而税一，不是按每年每亩的实际产量作标准来收税，而是“较数岁之中以为常”，“以顷亩出税”，即按土地多年来的平均产量，依三十税一的比例折合成固定的税额来征收，是一种定额课税制。这就出现了《盐铁论·未通篇》所说的“乐岁粒米狼戾而寡取之，凶年饥馑而必求足”的情况。但是固定田租额，也并非所有的土地都一样，而是先按土地美恶不同分等，再按各等的常年平均亩产和税率征税的。东汉许慎《五经异义》中说：“汉制：收租田有上、中、下，与《周礼》同义。”东汉章帝时也有将土地按肥瘠分为三品的具体条式颁行郡国的记载。

汉代的田租占产量的比率，从西汉中期起，实际上又有所降低，远不到三十税一。这是因为：①随着农业生产技术的提高，实际亩产高于计税标准的平均产量；②汉武帝时，以“哀怜百姓之愁苦，衣食不足”的名义将全国各地不同的亩制统一改为两百四十步一亩的大亩。亩产量随亩积加大而增长，但每亩所收田租仍依旧额并未增加。由于这两点，田租额占实际产量的比例就像荀悦所说的汉末“或百一而税”了。

秦汉对土地出产物征税除田租外，还有作为田租附加税的刍藁税，往往与田租并征。刍是牧草，藁是禾杆，官府征取用以饲畜。征收单位以重量计，睡虎地秦墓竹简《田律》有每顷入刍三石，藁二石的记载（一百二十斤为一石），但也有以容量计的。西汉时除以土地数量计征的田刍外还见有按户计征的户刍。刍藁税一般收实物，有时也折钱交纳。

西汉政府经常颁布因灾或其他原因

减免田租的诏令。到成帝建始元年（前32）更明确规定收成减少十分之四以上的灾区，可免去当年田租。此后又规定按资产免收灾区贫苦农民的租、赋。如受灾十分之四以上，资不满十万的民户，勿收租税。天下民资不满两万的，在平帝时也曾免租。东汉和帝永元四年（公元92）又补充规定因灾减产不到十分之四的地区，田租刍藁按实际收成减半征收。

在封建社会各朝中，汉代田租是较轻的。这对西汉初期和东汉初期大量存在的自耕小农是有利的，从而对农业生产的恢复和发展以及农民生活的改善起了促进作用。但汉代田租在农民整个赋役负担中所占比重较小，因此较轻的田租给自耕小农带来的好处是有限的，而没有或有很少土地的租佃农民或依附农民则享受不到轻租的好处，他们须向地主交纳十分之五的私租。另一方面，这种较轻的田租对于占有大量土地的地主阶级更为有利，并且促进了他们兼并土地的贪欲，使大量自耕小农沦为租佃农民或依附农民，从而促使西汉中期及东汉中期以后土地问题日趋严重。所以荀悦在《汉纪》中说：“官收百一之税，民输泰半之赋（此处指向地主交地租）。官家之惠优于三代，豪强之暴，酷于亡秦……文帝不正其本，而务除租税，适足以资豪强耳。”

【算赋】

秦汉时政府向成年人征收的人头税。创于商鞅。这种作为军赋征收的人头税，在秦时或称口赋。汉四年（前203）汉高祖刘邦下令，确定民年十五以上到五十六岁出赋钱，每人一百二十钱为一算，是为算赋（东汉时也称口算），从此成为定制。

汉代每年八月进行户口调查，称作“案比”，即于此时征收算赋，因此称“八月算人”。算赋是汉政府财政收入中的一个主要项目，归大农经管，“为治库兵（兵器）车马”，仍是军赋性质。元帝时贡禹上书主张把算赋起纳年岁从十五推迟到二十岁，但未被采纳。算赋一律用货币缴纳，除昭帝时因谷价过贱伤农，有两次特诏暂用菽粟代钱外，几乎没有例外。算赋数额偶然有因特殊情况而减轻的，如文帝时曾减到四十钱，宣帝甘露二年（前52）曾暂减民算三十钱（收九十钱），成帝建始二年（前31）每人暂减四十钱（收八十钱）。算赋也有因各种原因而蠲免的，如武帝元封元年（前110）令巡行所经郡县特诏免算，宣帝地节三年（前67）令流民欲还本土者免算；武帝初即位时（前140）免民八十以上家两人算赋以示敬老；东汉章帝元和二年（公元85）免产子之家三年算赋，怀孕女子之夫一年算赋，以奖励人口增殖；明帝永平九年（公元66）诏与徙朔方的罪犯同行之妻，若死而又无父兄的，复其母口算；章帝元和元年免无田而应募徙往他处的贫民三年算赋；安帝永初四年（110），桓帝永寿元年（155）暂免战乱地区算赋；安帝元初元年（114）免受灾的三辅地区三年口算等。另方面，算赋也有偶然增加的，灵帝时南宫着火，即曾令敛天下口四十钱供修治宫室。

算赋数额一般为每人一年一算。但也有几种特殊情况。秦时曾有“民有二

男以上不分异者，倍其赋”的法令。惠帝六年（前189）为鼓励户口增殖，提倡早婚，令女子年十五以上至三十未嫁五算，即算赋五倍于常人。又，《汉书·惠帝纪》六年注引《汉律》，贾人与奴婢倍算，即为了抑商和限制蓄奴，商人与奴婢的算赋比常人加一倍。新莽时为限制私人占有奴婢，曾令上公以下要为其占有的奴婢每口出钱三千六百，即为常人的三十倍。令下未久，新莽就告败亡。

算钱，还有口赋、更赋的征收货币，使农民不得不出售相当多的农产品来换钱交赋，从而加强了同市场的联系。汉代商品经济之所以比较活跃，赋税的货币化也是其中的一个因素。

【更赋】

由更卒之役的代役钱转化而来的一种赋税。汉制，成年男子均须为政府服徭役，共有三种，即正卒、戍边、更卒。更卒之役是每人（除享有免役特权者外）每年须在本地为地方官府服一个月的无偿劳役，从事修路造桥、转输漕谷等等。因役人轮番服役，所以叫作“更”，役人叫作“更卒”。有不愿或不能亲身服役者，可出钱三百（一说两千）交官府雇人代替，是谓“过更”，即把更卒之役过与他人；而所出之钱，即谓之更赋。实际上，尤其在汉武帝以后，人们都不大肯亲践更卒之役，而愿意出钱了事，或是地方官府不愿役人亲身践役而强令他出钱代役，于是这笔代役钱就逐渐转变成为类似人丁税的一种赋税了。

【口赋】

汉代政府向十四岁及其以下的儿童征收的人头税。亦称口钱、口赋钱。汉初是人二十钱，起征年龄是七岁，武帝时提前至三岁起征。元帝同意贡禹的主张，把起纳年龄再推迟到七岁。武帝时为弥补抗匈奴战争的军费支出，自元狩四年（前119）起，在起征年龄提前的同时，又在原口赋的二十钱外附加了三钱，以供军马粮刍的用费，故称作“马口钱”，以后遂成定制。汉代的算赋是政府的税收，归大司农；口赋是帝室的税收，归少府；据《汉仪注》，马口钱是“以补车骑马”，系特殊军用的附加税，不属少府，而属大农，以供军用（军用车马及兵器费用均由大农开支）。口赋和马口钱，在昭帝、宣帝以后以及东汉安帝、顺帝时，也偶然酌减或蠲免，但都是很少见的措施。东汉末年政治混乱，口赋甚至婴儿一岁即令起纳。《零陵先贤传》说“汉末产子一岁则出口钱，民多不举产”，这是人民口赋负担最重的记载。

【酎金】

汉时诸侯于宗庙祭祀时随同酎酒所献的黄金。酎是一种自一月至八月分三次追加原料，反复酿成的优质酒。汉文帝时规定，每年八月在首都长安祭高祖庙献酎饮酎时，诸侯王和列侯都要按封国人口数献黄金助祭，每千口俸金四两，余数超过五百口的也是四两，由少府验收。酎金之制即由此产生。另外，在九真、交趾、日南等南方诸地有食邑者，

以犀角、玳瑁、象牙、翡翠等代替黄金。诸侯献酎金时，皇帝亲临受金。所献黄金如分量或成色不足，王削县，侯免国。汉武帝刘彻即曾借检查献酎金不足为名，削弱和打击诸侯王及列侯势力。元鼎五年（前112），由于列侯无人响应号召从军赴南越，到九月即借酎金不如法夺去一百零六名列侯的爵位。丞相赵周也以知情不举的罪名下狱，被迫自杀。此后，也时见坐酎金失律免侯的记载。有关酎金的法令在西汉名为“酎金律”。

【黔首】

战国和秦代对百姓的称呼。战国时期，黔首之称已经广泛使用，《吕氏春秋》中《执一》、《振乱》、《怀宠》和《战国策·魏策》、《韩非子·忠孝》、李斯《谏逐客书》、《礼记·祭义》等均曾出现。它的含义与当时常见的“民”、“庶民”同。

《史记·秦始皇本纪》记载，秦始皇二十六年（前221）下令“更名民曰‘黔首’”，这是秦统一中国后更定名物制度的内容之一。黔，黑色。《说文解字·黑部》：“黔，黎也。从黑今声。秦谓民为黔首，谓黑色也。”秦诏令称百姓为“黔首”，是由于秦为水德，水德尚黑。因黔与黎同义，故秦始皇二十八年泰山刻石用“黎民”、三十二年碣石石刻也用“黎庶”称谓百姓。

秦始皇三十一年，发布“使黔首自实田”的律令。占有土地的地主和自耕农，按照当时实际占有的田数，向封建政府呈报，即可取得国家的承认。从此，原秦国的一套封建土地制度和法令就在全国范围内施行。

【秦汉奴婢】

秦汉社会中身份最低贱的人，同牛马、田宅、器物一样是主人的财产，主人可以任意役使、打骂、赠送和买卖。但法律限制随意杀害奴婢，要杀须报官获准，称为“谒杀”。

秦代奴婢称为“隶臣”、“隶妾”、“人奴”、“人奴妾”、“人臣”、“人妾”等，汉代奴婢亦称“僮”、“家人”、“苍头”、“卢儿”、“臧获”等。奴婢所生子女称“奴产子”，仍为奴婢身份。

秦汉蓄奴婢是普遍现象，有官奴婢、私奴婢之分。官奴婢属封建国家所有，数量最多时估计有十余万人到二三十万人。从皇室以下直到庶人中的富者多有私奴婢，贵族、达官、富豪蓄奴达数百人乃至千人以上，但一般为数人。估计全国官私奴婢总数为二三百万人左右，这在秦汉全部人口中所占的数字不大。

官奴婢的来源：①是没人官府的罪犯及其家属。汉文帝元年（前179）一度废除秦的收孥相坐律，但不久即恢复。②是没收罪人的私奴婢。如汉武帝行告缗令（见告缗），没入商人的奴婢以千万数。③是私奴主为了赎罪、拜爵、复身、为郎、增秩等目的将私奴婢纳于官府。④是战争俘虏，秦较多，汉代较少见。

私奴婢的主要来源是购买。汉代市上往往有专门的“奴市”，或将奴婢与牛马同栏出售，价格一般为一二万钱，约与一到两亩膏腴田地的售价相当。也有不经市场私相买卖的。被卖为奴婢的多系贫民及其子女。有的是自卖，有的是被“略卖”，即由奴贩私掠出卖，有

的是贵族官僚倚势强买。此外还有“赘子”，即贫民因负债将子女典与富人役使，到期不能赎，则被没为奴婢。另一来源是封建国家将官奴婢出卖或赐与臣下，转为私奴婢。

官奴婢主要从事宫禁和官署中的各种劳役，如侍奉、洒扫、乐舞、豢养禽兽等，也有在官府手工业作坊中劳动或从事畜牧、营建和耕种公田的。私奴婢主要也是从事家务劳动，有一部分则从事农业、手工业生产乃至经商活动。秦代对私奴主杀害奴婢的限制，仍很有限度。秦律规定不受理对主人擅杀、刑、髡臣妾的控告，如仍行控告，控告者反要治罪。汉代不许擅杀奴婢的限制虽较秦代严格些，但实际上私杀奴婢仍常见，甚至仍有用奴婢殉葬的。

奴婢一般劳役繁重，生活困苦。但是，由于皇室、贵族、官僚、富豪奢靡享乐的需要，也有相当数量的官奴婢和一部分私奴婢随着主人过着优裕的生活，被罗曳绮，浆酒霍肉，拱手遨游，赏赐无度，甚至倚仗主势，横行市里，欺凌吏民，直到杀人越货。

汉代大量奴婢多系从破产农民转化而来，不事生产的奴婢的增加又不免加重了广大农民的负担。因此，从保护封建生产关系，避免农民破产的需要出发，汉代统治阶级中的某些人曾提出改善奴婢地位的主张。如董仲舒在武帝时曾主张除去对奴婢专杀之威；贡禹在元帝时曾认为官奴婢十余万人，戏游无事，靠税良民供养，岁费五六巨亿，应免为庶人；新莽则指责买卖和杀害奴婢是“逆天心，悖人伦”；东汉光武帝下诏说：“天地之性人为贵。其杀奴婢，不得减罪。”汉政府也有时发布免奴为民和限制蓄奴的诏令。如汉高帝五年（前202）令民以饥饿自卖为人奴婢者皆免为庶人；汉初规定奴主需为奴婢缴纳比平民多一倍的算赋；文帝后元四年（前160）免官奴婢为庶人；武帝建元元年（前140）赦吴楚七国之乱后没为官奴婢的人；哀帝即位，令官奴婢年五十以上的免为庶人，并曾企图以法令限制贵族、官僚、富人占有奴婢的数量；新莽时，又曾企图以冻结奴婢买卖和向奴主重征奴婢口钱一人三千六百的办法来限制奴婢数量；东汉光武帝六次颁布释放奴婢的诏令；安帝永初四年（110）又令诸没人为官奴婢者免为庶人，等等。另外，奴婢地位也逐渐有所改善。秦和汉初，奴主对奴婢尚有“谒杀”权；汉武帝以后，擅杀奴婢获罪者不少。光武帝更进一步下诏规定杀奴婢者不得减罪；敢炙灼奴婢者论如律，免所炙灼者为庶民；又除奴婢射伤人弃市律。东汉私买奴婢亦为法律所禁。上述措施，有些虽是具文，或未能彻底贯彻，但在限制奴婢数量的增长和使奴婢地位得到缓慢改善方面，多少收到一些效果。

【佣作】

秦汉时，雇佣劳动称为佣、佣作。雇佣劳动战国时已出现。秦末农民战争领袖陈胜少时就曾为人佣耕。汉代土地兼并加剧，破产农民多数沦为佃客。甚至一些没落的贵族、官僚、地主及其子弟也有潦倒到为人佣作的，使用雇佣劳动的范围也相当广泛，农业、手工业、商业、运输业、建筑业中，都见有使用佣工的。西汉倪宽家贫为人佣耕；东汉第五访少孤贫，常佣耕以养兄嫂；合浦

太守孟尝也曾身自耕佣。在手工业中，武帝官营盐铁之前，豪强大家采铁煮盐，往往役使大量流亡人民充当他们的佣工。盐铁官营之后，采铁煮盐，大抵使用卒、徒。但郡中卒轮到践更时多有雇人以代的。私人采矿业如采黄金珠玉及东汉的冶家，使用佣工，亦见记载。司马相如设酒肆，与佣保杂作；东汉李固幼子为避祸变姓名为酒家佣，则是商业特别是酒店中使用佣工的事例。此外，漆器制作、纺织、运输、官府的治河、修陵等工程，以及官府、学校的烹炊、舂米、抄写等，也都有使用佣工的，东汉班超投军从戎之前，即曾为官佣书。佣工有的是短期出卖劳动力，有的是长期佣作为生。佣工一般由主人供给饮食及付工资，也有只付工资或仅供饮食的。汉代不同时期不同地区的佣值各有差等。西汉政府参照市价规定的女工雇值为每月三百钱，一些记载中提到男子的雇值每月由一千至两千钱。农民在农忙时也有雇工或按雇值换工的。东汉章帝元和元年（公元 84）诏无田农民应募迁徙他乡，官府赐与公田，为雇耕佣。佣作在两汉农业生产中也占一定的比重。

佣工对主人的关系，可分两种类型。一种是自愿的雇佣，自来自去，有行动自由，其身份和雇值都较高，有些佣工还是士人出身，在受雇期间可以自己读书。这类雇佣可称为“卖佣”、“市佣”。另一种是依附性的雇佣，逃罪、逃债、逃税、逃役的农民和其他人，流亡他乡，“依倚大家”，受其雇佣，脱离名籍，失掉爵命（亡命），逃避了国家的赋役负担，却作为依附，对豪强大家有一定的人身隶属关系，身份地位较低（近似农奴）。西汉前期私人盐铁主一家聚众至千人的即为这种依附性的雇佣劳动。这类雇佣有“隶佣”、“仆赁”之称。史书所说的“流庸”大都为隶佣。

依附性雇佣在手工业中较多，人数也比战国时增加，但不是自由的雇佣关系，而带有封建的依附关系，所以不成其为新的生产关系的萌芽。在农业中，自由身份的雇佣关系虽有不少记载（如上述的倪宽、孟尝，还有匡衡、第五访等人，在为官前都曾为人耕佣），农忙时短工更是属于自由的“市佣”，但毕竟还是一种零星现象、救急办法，临时外出佣耕者一般都有自己能借以糊口的几亩土地。所以，秦汉时的佣作还是前资本主义时代的雇佣劳动，与资本主义社会中的雇工完全不同。

【家兵】

东汉豪强地主家中的私人武装。汉代豪强地主常豢养一些打手为其服务，新莽末年的农民大起义中，不少豪强地主就组织私人武装聚保或出战，豪强病危时，则遗嘱其子侄统带这支私人武装，使之带有世代相承的特点。东汉初年，豪强地主亦曾利用私兵反抗东汉政府度田法令的推行。此后，地主的私人武装采取了隐蔽的形式。据《四民月令》记载，大地主在自己的田庄里纠集一部分农民，于二、三月青黄不接或八、九月寒冻将至时，在田庄里“警设守备”，“缮五兵，习战射”。这种私兵非常设而系定期召集。但有时也被地方官僚组成正式队伍出外作战，称为家兵。如朱俊于灵帝光和元年（178）任交趾刺史，即从本郡简募家兵从征。东汉末黄巾起

义时，豪强大族为了镇压农民起义和进行军阀混战及割据地方，大肆扩充家兵，并使之成为公开的常设的有组织的私人军队。如朱儁曾率家兵镇压黑山军；吕虔为泰山太守时率家兵到郡，参加镇压徐和起义军；袁绍曾率家兵百余人参加过何进集团反宦官的斗争；曹洪曾率家兵千余人随曹操征战；任峻曾率家兵随从曹操等。这种家兵又被称为豪强大族的部曲。

【宾客】

汉代时投靠在贵族、官僚、豪强门下的一种非同宗的依附者。也称客。

战国时，宾客系指依托权门的游士、食客。他们一般不参加生产劳动，由主人供养，为其服务，在法律上还保有平民的身分，虽有主从关系，但人身是自由的。孟尝君、信陵君、平原君等所养的客便是如此。其中不少客简直像贵宾或幕僚。

汉代养客之风仍盛。有时皇帝特下诏令不许诸王、侯养客。宾客为主人营治产业，出谋划策，奔走效命，乃至在主人指使下侵凌小民，鱼肉乡里，甚至盗掠财物，杀人越货，充当剥削压迫人民的工具。遇有战乱，宾客常被主人征发作战。吴楚七国之乱和汉武帝末年江充诬陷戾太子谋反的乱事中就都有宾客参加。新莽末年的战乱中，刘縯、冯鲂、岑彭、臧仓、刘植等人都曾部勒宾客起兵作战。过去曾是自由身分甚至是贵宾的宾客，汉代逐渐降为附从，至此实际上已变成为贵族、豪强的家兵、部曲。

随着宾客身分的变化，除士人外，更多的破产自耕农以充当宾客为其出路。西汉中期以后，宾客参加农业生产的情况日益多见。汉成帝时，红阳侯王立使客占垦草田数百顷。新莽时，马援亡命北地，田种畜牧，役属宾客数百家，至有牛马羊数千头，谷数万斛，及其屯田天水苑川，则与田户中分收获。光武帝建武三年（公元27），马援又以所将宾客猥多，请求屯田上林苑中。这种非安坐而食的宾客，地位低下，已成为超经济强制下的封建依附农民。东汉时期，宾客更越来越多地参加了农业生产。

宾客附于主人户籍，脱离了封建政府的管辖。东汉末，刘节宾客数千家，前后未尝给徭。曹洪在许（今河南许昌东）和长社（今河南长葛东）的宾客，征调不肯如法。

由于宾客荫庇于主家，而且在军事上的统属关系和经济上的租佃关系日益发展，他们对主人的依附性也就越来越强，客的身分地位也越来越低落，其称谓从原来的“宾客”、“人客”逐渐与奴婢并称为“奴客”、“僮客”。三国以后，更径称为“佃客”，明白地显示了其封建依附农民的身分。

【故吏】

官僚旧时的属吏和由他们辟举为官者。他们对原来长官或举荐者存在一种封建的臣属意识和关系。

西汉任官注重郎选，或凭财、势，不恃阀阅。因此，西汉虽然从中央的丞相、御史大夫、大将军、九卿到地方郡国守相均可自辟属吏，但仕途并未被这些官僚把持，长官与属吏的封建臣属意

识和关系都不明显。东汉中期以降，选士“论族姓阀阅”的倾向加强，做官途径逐渐为豪门大姓把持垄断。一般“世单家富”的人，往往要投靠豪门大姓，才有在其属下或被其举荐做官的机会。汉制，三公得自置吏，刺史得置从事，二千石太守得辟功曹掾史。这些先后被辟举的人，东汉总称之为长官或举荐者的故吏。东汉诸吏亦得称门下，汉碑及画像石中常见门下掾、门下小史、门下功曹等称谓，都是墓主所自辟，故加门下之称。

故吏一经辟置，即同家臣，称长官为府主、举主，为其效劳，致送赙赠，甚至生死相依，同患共难。府主、举主死后，故吏要服三年之丧，并继续事其后人或经纪其家财。当时一些累世公卿的门阀大族如弘农杨氏、汝南袁氏等，门生、故吏遍于天下，成为门阀大族强大的外围政治力量。

东汉末年黄巾起义和军阀混战中，不少门阀大族利用门生、故吏等组成私人武装，进行割据。袁绍反对董卓时的山东诸将，大都是袁氏的门生、故吏。门生、故吏的关系，竟可左右政治大局，可见它在门阀大族形成和发展中的重要作用。

魏晋以降，在东汉豪门大姓的基础上出现的门阀士族，继续凭借故吏势力以壮声威。故吏对士族有一定依附关系，但地位高于门生、田客及衣食客，是门阀士族在官僚体系中的拱托力量。隋唐以后，选官权归吏部，辟召掾属之制废除，故吏一词的内涵遂有所变化，仅指旧时长官的下属，两者之间亦不必有主从依附关系。

【刑徒】

秦汉时被判处剥夺一定时期自由的徒刑罪犯。徒本是指服徭役的平民，由于长期被囚拘的犯人也要服役，故当时人以刑徒或罪徒、徒隶来称呼他们。

徒刑在秦汉时是较死刑为轻的一种重罚。秦律根据犯人罪行的轻重，将刑徒分为黥、劓、城旦舂、完城旦、鬼薪、白粲、隶臣、司寇几等。黥是在犯人面部刺文记，劓是割鼻；西汉从文帝十三年（前167）起除肉刑，城旦只髡去长发和颈上戴铁钳以替代过去的黥或劓，这种城旦称髡钳城旦。髡和钳虽非始于西汉，但把髡钳作为一种重罚则是西汉的事。汉时次于髡钳城旦（男）舂（女）的为完城旦，完即不加髡钳之意。再次为鬼薪、白粲、隶臣妾、司寇。服刑满年，可依次递减，如隶臣妾满两年为司寇，司寇一年免为庶人。秦的城旦、鬼薪等，囚禁期限不详。到东汉时隶臣已不见。东汉人卫宏说，汉代髡钳城旦舂为五年刑，完城旦舂为四年刑，鬼薪（取薪给宗庙）、白粲（择米使白净）为三年刑，司寇（男备守，女为作如司寇）为两年刑（两年刑亦称耐），凡拘役三月到一年者称罚作，女徒称复作。

秦汉时把判决为刑徒的犯人押解到工地服役，称为“输作”，如秦末英布受黥刑毕，便输作于骊山。东汉人以为，秦之所以称男女刑徒为城旦或城旦舂，就是因为男女犯人要分别负担筑城、舂米的劳役。从秦律来看，城旦确要参与筑城垣之事。律文又说，城旦、白粲要“操土功”。秦始皇时，曾派三千刑徒伐尽湘山的树木；在咸阳修建阿房宫和在

骊山修筑陵墓的刑徒达七十多万人。两汉时和秦一样，修城和建陵墓都动用大量的刑徒劳力。此外，在开通道路、修桥、筑宫室和冶铸铜铁等方面也都离不开刑徒的劳动。秦律说，服役的城旦、鬼薪，颈上和胫上都要戴刑具，还要穿戴红色的衣帽，故秦汉时常用赭衣来比喻刑徒。秦代为了强制刑徒去从事艰苦的劳动，把他们编排在一起，并派人严加监督。东汉时称刑徒服役场所为“作部”。秦、西汉时，主管土木工程之官为司空，故司空又成为管理刑徒的机构，《司空律》则是秦代处理有关刑徒事务的法律。东汉时，洛阳的刑徒归将作大匠下的左、右校管辖，史籍中常见有些官吏因犯法而输作左校的记载。

秦汉之制，皇帝下令大赦或特赦，刑徒就可减刑或免刑，否则，必须服役满期方能获释。西汉时，皇帝常下诏赦天下徒或专赦修建陵墓的刑徒，这种被赦的刑徒称为弛刑。所谓弛刑，即刑徒可以除去钳钛和赭衣，并由此从刑徒转变为平民身份，但仍须继续服役到期满为止。汉代弛刑常被调遣到边境或其他条件艰苦的地方去作战、戍守或屯田。皇帝有时也下诏把所有的刑徒赦免为庶民，或者是减罪一等，或是将距满期数月的刑徒免归田里，但以上几种情况都只是特例。皇帝有时也有特诏免刑，这只限于对个别的官吏而已。秦汉时，还有以钱或以粟赎罪减刑的规定；从东汉明帝开始，皇帝更不断颁发诏令，允许刑徒用缣赎刑，并定出标准，赎髡钳城旦须交纳缣十匹，完城旦和司寇交纳五匹。在这种制度下，官僚富人即使触犯刑律，也可不再沦为服役的刑徒。

秦汉时，刑徒不仅受到沉重劳动的折磨，而且生活待遇极差，常常因饥寒交迫或疾疫而丧生。从 1964 年到 1979 年，考古工作者在西安附近和洛阳发掘了不少的刑徒墓。洛阳的五百多座东汉刑徒墓，只有极少数墓置有一二件殉葬品。每墓几乎都有一块用残砖刻成的墓志，上面简单地记述刑徒姓名及其刑名，以及来自何地、死亡年月。墓中所出遗骸，经过鉴定，所有的脊椎骨部分都留下明显的劳损痕迹。这些刑徒都来自各地，他们在服役未满期前就因劳累或得病而死去。在咸阳汉景帝阳陵附近发现的刑徒墓，遗骨上还保留着铁钳或铁钛，不少的骨骼是被斩断的，当是参加筑陵的刑徒被虐杀后埋葬入土者。

【曹魏屯田】

曹魏政权利用士兵或招募百姓耕种荒地以保证军粮供应的一种措施。汉献帝建安元年（196）曹操（即魏武帝曹操）迁献帝于许（今河南许昌东），开始在许下屯田，当年得谷数百万斛。曹操逐步把屯田制度推广到各州郡，于是所在积谷，仓廪皆满。其时由于战乱，百姓死亡，土地荒芜，农业生产受到极大破坏。割地称雄的大小地方势力，很多由于没有粮食而难于支持。袁绍的军队靠桑椹维持生存，袁术靠打捞水产过活。屯田积谷使曹操在中原站住脚，打下了逐渐吞并其他割据势力、统一北方的经济基础。

屯田的土地，是国家掌握的公田。大乱之后，土地大都成了无主的荒地。曹操用国家能够掌握的这些荒田，实行了屯田制。许下屯田的三年前，他收降青州黄巾军。把其中的青壮年编入军队，

利用其家畜、农具、资财在许下屯田，屯田的劳动力大约就是黄巾军的家属。

在屯田上劳动的农民称作屯田客，亦称典农部民。屯田不属郡县，管理屯田的官员，称典农中郎将或典农校尉和典农都尉。典农中郎将或典农校尉相当于郡守，典农都尉相当于县令长。全国的屯田，统一由大司农掌管。屯田的基层单位是屯，屯设司马，每屯约有屯田客五十人。从屯田官员的职称看，屯田军事色彩很浓，屯田客在兵法部勒下劳动，所以，屯田客名义上是招募来的，实际上有很大的强制性。

民屯之外还有军屯。关于军屯存在两种意见，一种意见认为军屯是由士兵和士兵家属屯田。掌握军屯的官，称度支中郎将、度支校尉、度支都尉，军屯也总归大司农管辖。曹魏时期规模最大的军屯，是淮水南北两岸的屯田。经常有四五万人，最多时有十万多人，且佃且守。军屯大约是以营为单位，每营屯田兵约六十人。另一种意见认为士兵屯田与士家屯田不同，士兵屯田是带甲之士在边境且耕且守，生产资料和生活资料全部由官府供给，收获物全部归官府占有；士家屯田是士家在内地屯田，特点是出战入耕，屯田士家具有兵家和屯田民双重身分，受双重剥削和奴役。

屯田的土地属于政府，屯田客和屯田士兵参加屯田，如同佃户耕种地主的土地；当时规定的剥削量是：持官牛者，官得六分，士得四分；自持私牛者，与官中分。民屯的租额大约也是如此。军屯中的士兵，一面屯田一面防守；屯田兵的家属有补充作兵的义务，民屯中的屯田客，只屯田纳租，不再负担徭役。

两汉以来，流民问题严重。东汉中期以后，流民动辄几万人至几十万人。黄巾起义就是从荆扬流民的发难开始的。曹操实行屯田制度，不但解决了军粮问题，打下了统一北方的经济基础，而且也使土地和劳动力重新结合，解决了两汉以来的流民问题，恢复了农业生产。

曹魏的屯田，终曹魏之世前后维持了七十年（196～266）。咸熙元年（264），政府下令罢屯田官，以均政役，诸典农官皆为郡守、县令。这次政令，似乎没有完全施行。两年后，晋武帝司马炎于泰始二年（266）又一次下令罢农官为郡守。

【占田课田制】

西晋颁布的土地、赋税制度。战国、秦汉以来“名田”制度和限田政策的产物。名田，即以名占田，人民向国家登记户口并呈报所占田亩数。名田制度导致土地兼并发展，于是西汉中叶董仲舒提出“限民名田”。西汉末年，大司空师丹曾主持制订“限民名田”的具体措施，但未贯彻执行。东汉末年战乱蜂起，人民大量流亡，造成“土业无主，皆为公田”的情况，曹操在这种条件下推行屯田制度。随着曹魏社会经济的恢复发展，自耕农经济的复兴，屯田日益失去存在的条件和意义，于是魏末晋初宣布废除屯田。晋初社会经济和土地兼并有所发展，为加强对自耕农民的控制，限制土地兼并，保证国家赋税徭役的征发，太康元年（280）灭吴统一全国后，西晋政府颁布占田、课田令。

占田、课田令规定：男子一人占田七十亩，女子三十亩。丁男课田五十亩，丁女二十亩，次丁男减半，次丁女不课

（男女年十六以上至六十为丁，十五以下至十三、六十一以上至六十五为次丁）。官吏以官品高卑贵贱占田，从第一品占五十顷，至第九品占十顷，每品之间递减五顷。此外规定，依官品高低荫亲属，多者九族（一说指本姓亲属，上至高祖，下至玄孙；一说包括他姓亲属，即父族四、母族三、妻族二。从后文与三世对举来看，这里当指前者），少者三世（自祖至孙）；荫衣食客，第六品以上三人，第七、八品各二人，第九品一人；荫佃客，第一、二品不得超过五十户（疑当作十五户），第三品十户，第四品七户，第五品五户，第六品三户，第七品二户，第八、九品各一户。

占田制规定男子一人占田七十亩，女子三十亩，没有年龄限制，原则上任何男女都有权按此标准占有土地。这种土地不是由政府授与或分配，而是规定人民可以占有土地的法定数量和最高限额，但政府没有任何措施保证人民占有足够数量的土地。占田制并没有改变原有的土地所有制关系，地主和农民所有的土地仍然得以保留，不足规定限额的还可以依限占垦。

课田的意义，一是课税，二是课耕，前者是目的，后者是手段。在占田数内，丁男课田五十亩，次丁男二十五亩，丁女二十亩。课田租额，每亩八升。政府不管人民是否占足限额土地，一律按照上述标准征收田租。只有边远地区少数民族不课田者，交纳“义米”，每户三斛；更远者交五斗；极远者交“算钱”，每人二十八文。

占田、课田制的施行，产生了一定的积极作用。此制颁布后，出现了太康年间（280～289）社会经济繁荣的局面。太康元年西晋有户二百四十五万余，口一千六百一十六万余；到太康三年有户三百七十七万，增加一百三十多万户。表明在占田制实行后，许多流民注籍占田，使国家户籍剧增。史称当时天下无事，赋税平均，人民在一定程度上得以安居乐业，从而促进了农业生产的发展，“牛马被野，余粮栖亩”，农村经济自汉末破坏之后，一度呈现欣欣向荣的景象。

占田制的精神，一方面是限制官僚士族过度占田，另一方面则企图使小农占有一定耕地，以保证国家赋税收入。但是，从实际情况来看，其效果有限。对于官僚地主来说，可以通过品官占田荫客制，大量占有土地和依附人口，不足限额的还可以通过各种途径依限占足，超过限额的，在占田令中又没有规定任何惩处措施，官僚地主得以继续兼并土地，有利于士族地主经济的发展。因此，“园田水碓，周遍天下”的大土地所有制依然存在。然而占田制对于官僚士族兼并土地、人口毕竟有一定限制作用，西晋土地兼并不如两汉和东晋南朝剧烈。农民虽然名义上有权占有一小块土地，但事实上仍有许多“无业”或“业少之人”。农民所受剥削也较前加重，西晋课田按丁征收田租，租额比曹魏时期增加一倍。而且不论土地占足与否，都按法定课田数征收。

西晋占田、课田令颁布后十年，就爆发了统治阶级内争的八王之乱，不久刘渊、石勒相继起兵，北部中国又陷入干戈扰攘的时代，包括占田、课田制在内的西晋典章制度均遭受严重破坏。直到北魏太和九年（485）才颁布均田制，以取代占田、课田制。

对于占田、课田令文，学术界理解

不一，其关键是对占田、课田的含义、性质及其相互关系的认识。关于占田与课田的关系，一种意见认为课田在占田之外，即每户一男一女占田一百亩，课田七十亩，合计一百七十亩；一种意见认为课田在占田之内，即丁男占田七十亩，丁女三十亩，合百亩，分别以其中五十、二十亩为课田。关于占田与课田的含义和性质，一种意见认为占田是国家授田，是国有土地；一种意见认为占田是私有土地，其收获物归己，但课田是国有土地，收获物全部归政府，即劳役地租。持这种意见的人中，有的认为课田不是劳役地租而是实物地租。一种意见认为占田不是授田而是限田，是一种限制占垦土地于一定数量的办法。持“限田”说的学者，也有认为占田属于国有土地的；一种意见认为占田（含课田）是私有土地；还有的学者主张课田不是土地制度而是赋税制度。由于对上述问题认识的歧异，学术界对于占田、课田制的产生也有不同看法，主要有四：①认为它是西晋新制，与前代制度无关；②认为它是曹魏屯田的继续和发展；③认为它是汉代“限民名田”的发展；④认为它是战国秦汉以来占田制度的总结。

占田、课田制是封建国家为保证赋税剥削而制订的一套完整的土地、赋税制度。统治者允许人民占田是为了课田，课田建立在占田基础上，两者密不可分，没有占田，则无从课田，没有课田，则占田也就落空，失去意义。西晋占田、课田制总结了古代土地、赋税制度的经验，规定了占田的最高限额和课田的最低限额，允许人民在这两个限额之间有机动余地，从而既保证了国家赋税收入，又在一定程度上调动了农民的生产积极性，起到了“劝课农桑”的作用，有利于促进个体农民经济的发展。

【黄籍】

两晋南朝时称正式户籍为黄籍。《晋令》：“郡国诸户口，黄籍，籍皆用一尺二寸札，已在官役者载名。”札是木牍，称为“黄籍”，当是用黄色药物处理过，以防虫蛀。其后用黄纸代替木牍，也是用黄檗处理过的纸，可避蠹虫。东晋前只有黄籍，东晋时出现白籍，它是由于东晋政府设置侨州郡县以安置北来流民而产生的。流民在以其原籍命名的地方行政机构里登记临时户籍，以白纸书写，故称白籍（见侨州郡县）。入白籍的侨人享受免调役的优待。东晋政府后来实行土断，省并侨州郡县，命令侨人在其定居之处编入正式户籍，取消其免调役的优待，白籍户便成为黄籍户。当时称为“土断白籍”或“土断侨流郡县”。由于历次土断多不彻底和流民的继续南下，所以虽经土断而白籍户仍长期存在，至南朝后期消失。

又魏晋九品中正制的中正品第皆用黄纸写定并藏于司徒府，也称黄籍。此外，唐代称正式的职田、公廨田簿籍为黄籍，临时的则称为白簿。

【侨州郡县】

东晋南朝为流寓百姓设立的地方行政区划。由于它是寄治在别的州郡境内，故称“侨”。其后经过土断，许多寄治州郡获得实土。但因本是外地迁来，故继续称为侨州、侨郡、侨县。

早在东汉末已有以流徙百姓设立郡

县寄治新迁地的事例，但侨州郡县的名称则始于东晋。西晋末，八王之乱和永嘉之乱导致北方汉族人民大量南迁，其中幽、冀、青、并、兖五州（今河北、山东、山西及豫东北）及徐州之淮北流人多越过淮水、长江而停留于扬州境内；秦、雍（今陇右、关中）、司、豫（今晋南、豫西、豫中）等州流入则多至襄、樊、汉、沔（今豫南、鄂北），停留于荆州之北部。还有一部分司、豫流民南迁至江州（今鄂东、江西）北境。东晋政府遂在聚居之地，以他们原籍州、郡、县的名称（亦有新立名称者）设立临时性的地方行政机构以登记和管理他们。这些人称侨人，州郡县称侨州郡县，而以流亡百姓中的大族担任刺史、太守、县令。

侨州郡县开始本是寄寓，并无实土。侨人居住，有的集中，有的分散。流民南迁本是避难，多数有收复失地重返家园的愿望。因此，侨州郡县的户籍是临时性的白籍（见黄籍），著籍的人享受免除调役的优待。但是时间既久，侨人中的上层已通过种种方式在江南重建田园，安居乐业，下层则除流落为部曲、佃客以至奴婢者外，也有部分人获得少量土地成为自耕农民。他们与土著百姓杂居错处而户籍各别，负担不同，不但管理不便，而且影响赋役征发。于是东晋政府实行土断，省并侨郡县，所有侨人必须在居留之地编入正式户籍黄籍，与土著百姓同样负担调役。当时大族标榜郡望，为了照顾他们的利益，不能不保留一些北方郡邑的名称，故除省并一部分荒小郡县之外，很多侨州郡县机构仍保留下来，从所寄治的南方旧郡县中划出一部分土地作它们的领土，并将一部分旧郡县划归侨州郡管辖，或将新获实土的侨郡县交给旧州郡管辖。有些侨人占优势的地方，甚至取消旧称而代以侨名。于是形成侨州之内有旧郡，旧郡之内有侨县，或则相反的复杂情况。如徐州北部的流人南迁后，多数居留在扬州之晋陵郡（今常州、丹阳、镇江一带）境，故东晋在这里设立了许多徐州的侨郡县，而在京口侨立徐州（后改名南徐州）。分布在这里的还有幽、冀、青、兖、并等州的侨郡县。通过几次土断之后，这些侨郡县以及原属扬州的晋陵郡都划归南徐州统辖，于是南徐州备有徐、兖、幽、冀、青、并、扬七州郡邑。有的侨郡还遥属于不在当地的州。如侨立于江州寻阳的安丰、松滋二郡和侨立于襄阳的义成郡却遥属于扬州。

由于十六国时期北方曾发生几次大动乱，因而有几次大规模的北人南迁，又形成新的侨州郡县。过一段时期又分割原州、郡、县土地以为领土，于是州郡分割得愈多、愈小，而且还出现两郡同治一县和两州同治一郡的双头郡县。因此，南朝后期地方行政区划十分混乱，以至于当时人也弄不清楚。大体南朝侨置的州郡以在今鄂北及苏南、苏北、皖南者为多。刘裕灭南燕后，在今山东境内亦侨置幽、冀等州侨县。后来归属北魏，北魏多沿而不改。

北方政权也侨置州郡。前燕主慕容廆曾在今辽宁省境内置冀阳、营丘二郡以处冀州、青州流人。西凉主李暠于甘肃西部立会稽、广夏二郡以处南人及中州人。北魏明元帝时，于今河南洛阳一带侨立雍州郡县以抚关中流人。东魏时期，侨立恒、云、朔、显、蔚等州于并、肆、汾（今山西境）三州，以处六镇流

民。设立侨州郡以统流人，是当时各国统治者争夺人口的一种手段，也是笼络大族首领的一种办法，隋统一全国后，废除这种办法，并省郡县，许多侨郡县废罢，但还是有不少名称保留下来。

【土断】

东晋、南朝整理户籍及调整地方行政区划的政策。其主要精神是划定州、郡、县领域，居民按实际居住地编定户籍，故称土断。

西晋时已出现土断概念。晋初司空卫瓘主张恢复汉代乡举里选法。户籍都按住地编定，取消客籍户，选举由乡里评定。这是针对九品中正制的弊病提出的。东晋、南朝的土断则是针对当时侨人和侨州郡而实行的政策。

西晋末，北方人民大量南流，东晋建立后，政府设立了许多侨州、侨郡、侨县予以安置（见侨州郡县）。他们只在这种侨立的地方机构登记，称为侨人。侨人的户籍称为白籍，不算正式户籍，入白籍者不负担国家调役（见黄籍）。侨人有的相对集中，有的居住分散，“十家五落，各自星处，一县之民，散在州境，西至淮畔，东届海隅”。他们虽在侨县登记户籍，却不住在侨县寄治的地方。侨州和它所属的郡县也不是都在一处，有的相距很远，管理极为不便。侨州、郡、县开始也只是办事机构，并无实土，所以仅在晋陵（今江苏常州一带）一郡就有侨立的徐、兖、幽、冀、青、并六州的十多个郡级和六十多个县级机构。各州侨人既和原来的江南土著百姓杂处，又彼此相互混居，却分属于不同的州、郡、县管理。流民南下之初，多数还想重返故里，所以莫不各树邦邑，思复旧井。而且流人初到，并无产业，为了安抚他们，凭借他们的武力为北伐资本，也不能不给以优复特权。但北伐多次失败，重返绝望，居处既久，人安其业。侨人中的上层已多占有田园别墅；下层的除了沦为部曲、佃客、奴婢者外，也通过开荒或其他手段取得少量土地，成为自耕农民。他们与土著百姓生活无异而负担不同，容易引起侨旧矛盾。而且许多江南农民也逃亡而变成豪强私附。这些都不利于东晋政府的统治，因此东晋政权在江南站稳脚跟之后，便要实行土断政策。

土断政策的中心内容是整理户籍，居民不分侨旧，一律在所居郡县编入正式户籍，取消对侨人的优待，以便政府统一对编户齐民的剥削。为了编定统一户籍，必须划定郡县疆界，取消一些流寓郡县，同时从南方旧郡县的领土中分割出一部分作为保留的侨郡县的实土。又调整其隶属关系，或把新获实土的侨郡县交旧州郡领导，或把旧郡县割归新立的侨州郡管辖，使州郡与所属郡县不至于相互隔越。与此同时，清查隐匿漏户，把逃亡农民和由豪强隐占的私属搜括出来，充作政府的赋役对象，这也是土断的重要目的，而在南朝后期更为侧重。

东晋的第一次土断是在成帝的咸和年间（326～334）。以后东晋及宋、齐、梁、陈历代都进行过土断，见于记载者共有十次。其中最著名的哀帝兴宁二年（364）由桓温主持的“庚戌土断”（以三月初一庚戌下诏，故名）和安帝义熙八年至九年（412～413）由刘裕（即宋武帝刘裕）主持的“义熙土断”，都以

严格执行见称。庚戌土断时，晋宗室彭城王司马玄因藏匿五户被下狱治罪；义熙土断时，会稽大族虞亮因藏匿亡命千余人被处死。

土断受到侨人及一些大族的反对，士族害怕丧失作为北来高门的标帜，百姓则深知从此要负担沉重的调役，所以宋孝武帝时，雍州刺史王玄谟要土断雍州侨民，侨居雍州的河东大族柳氏带头反对，宋政府以百姓不愿属籍，停止实行。即使以严厉著称的义熙土断，也把在晋陵界内的徐、兖、青三州流人除外，因为这三州流人正是组成刘裕的基本武力北府兵的主要成分，刘裕不能不考虑他们的利益，在土断时保留部分侨州、郡、县，并从南方原有州郡中划出部分土地来归它们管辖。这是照顾侨人大族利益的措施，也是一部分北来大族赞成土断的条件。

土断结果使政府增加了收入和兵源，“财阜国丰”；侨人则加入了负担调役的行列，从此由北人变成了南人，客观上加速了南北人民的融合。由于每次土断都不能彻底，遗留下一批没有著籍的侨人；又由于北方流人不断南下，新的侨人和侨郡县不断出现，所以土断政策继续推行，贯串整个东晋、南朝。

【宗主督护】

北魏前期地方基层组织的一种形式。西晋末年以后，北方长期战乱，十六国时期，诸少数族政权频繁更迭，地方基层行政机构实际已不复存在，各地豪强地主聚族而居，纷纷以宗族乡党的形式，占据有利地势筑坞立壁（见坞壁），割据一方，武装自卫，从事生产，维持生存。晋末，鄢陵（今河南鄢陵西北）人庾衮带领他的宗族乡党迁到禹山（今河南邓县西南），修筑坞堡，维持上下有礼，少长有仪的封建秩序。这些豪强地主称为宗主，坞堡里的农民实际上是坞堡主控制的依附程度不等的农民，向坞堡主交纳地租，承担劳役和兵役。

魏道武帝拓跋珪建立北魏政权时，拓跋鲜卑处于农村公社继续解体，奴隶生产极不成熟的阶段。他们缺乏封建统治的经验，按照公社结构来认识这些宗族坞堡组织，为了取得各地宗主的支持，建立联合统治，承认“宗主”在地方上的势力和他们的政治经济权利，利用他们代替北魏政府“督护”地方。宗主为政府收纳地方租税，征发兵役、徭役。这一以宗族主为乡官的制度是北方的社会实际与拓跋统治者的需要相结合的产物。在魏孝文帝元宏改革以前，北魏政府在中原地区一直采用这一制度。赵郡（今河北赵县）李显甫集族人数千家于殷州西山（今河北隆尧东），开李鱼川方五六十里而居之，李显甫就是宗主，李鱼川就是一个宗主督护区域。在宗主督护制下，各地宗主实际分割了国家大量的劳动力，构成了地方割据势力的基础。孝文帝为了加强中央集权，于太和十年（486）实行三长制，取代了宗主督护制。

【三长制】

北魏后期的基层政权组织。魏道武帝拓跋珪建立北魏政权时，各地宗族坞堡林立。北魏政府利用各地“宗主”“督护”地方，实行宗主督护之制。魏孝文帝元宏改革时，为加强中央政府对

人民的实际控制，采纳给事中李冲建议，于太和十年（486）建立三长制，以取代宗主督护制。三长制规定：五家为邻，设一邻长；五邻为里，设一里长；五里为党，设一党长。三长制与均田制相辅而行，三长的职责是检查户口，征收租调，征发兵役与徭役。

实行三长制，三长直属州郡，原荫附于豪强的荫户也将成为国家的编户，因而必将与豪强地主争夺户口和劳动力。李冲提出实行三长制的建议后，在朝廷中引起激烈争论。坚持宗主利益的中书令郑羲和秘书令高祐是反对派代表。他们对主持辩论的冯太后说，三长制看来很好，实际行不通。朝臣中支持郑羲、高祐意见的大有人在。李冲和太尉元丕据理力争，指出实行此制对公私都有利。最后，冯太后从加强中央集权出发，认为实行三长制既可使征收租调有根据和准则，又可清查出大量的隐匿户口，三长制终于在冯太后的支持下实施。

三长制的建立，打破了豪强荫庇户口的合法性。在实行的过程中，三长还是从大族豪强中产生，他们不仅本人可以享受免于征戍的特权，而且亲属中也有一至三人可以得到同样待遇。但较之宗主督护制，它毕竟是一种历史的进步。实行后，国家直接控制的自耕农民大量增加，国家赋税收入相应增加，农民赋税负担也有所减轻。北魏后期社会经济明显的恢复和发展，当与此有密切关系。北魏的三长制后来成为北齐、隋、唐时期乡里组织的基础。

【户调】

魏晋时期按户征收的赋税。十六国、南北朝时继续沿用。户调制产生于东汉末年。献帝建安五年（200），曹操（即魏武帝曹操）在兖、豫二州征收户调，其征敛物为绵、绢。九年平定河北后，曹操正式颁布户调令，规定每户征收绢二匹、绵二斤。这是历史上首次颁布的户调制度。

户调与田租相配合，构成对自然经济下男耕女织自耕农的赋税剥削。西汉对于自耕小农的剥削有田租和人头税，没有户调。人头税包括口赋和算赋，征收货币。此外，统治者在应付迫切需要时也向人民“调”其他实物。东汉时，“调”逐渐成为人民经常的负担，但还没有规定数额及缴纳物。直到曹操时“调”始固定化，成为新兴税目，取代了汉代的口赋、算赋。由于东汉末年商品货币经济萎缩，自然经济进一步发展，民间以谷帛交易，于是征敛物由货币改为绵绢，按户征收，故称户调。从此它与田租一起成为国家的正式赋税。

太康元年（280），西晋灭吴统一全国以后，制订“户调式”，规定以丁男为户主的户，每年交纳绢三匹、绵三斤。丁女及次丁男立户，减半征收；边郡民户户调只纳规定数目的三分之二，更远者纳三分之一；少数民族每户纳“賨布”一匹（巴人称赋为賨），远地或纳一丈。就丁男为户的税率而言，高于曹魏时期，但对于贫弱农户和少数民族有所照顾，表现了一定的灵活性，有其积极意义。

上述户调数额只是平均标准，在具体征收时，采用九品混通的办法，即依据资产多寡将农户分为九等，按照户等高低征收不同数量的绢绵。但其征收户

调总数应与各地丁男、丁女及次丁男户数须纳户调总额相等。

西晋灭亡后，在南方，东晋南朝继续实行户调制。南朝后期梁、陈时才改户调为丁调，南朝户调的征敛物常为布。在北方，十六国时期和北魏前期大致仍行户调制。太和九年（485）实行均田制后，改为按丁征收赋税，户调制和九品混通制从此废止。

【九品混通】

魏晋南北朝时期政府征收户调时的一种原则性规定。两汉时，政府按人口和资产数征收口赋、算赋，以钱交纳。东汉末，曹操（即魏武帝曹操）颁布租调令。租按田亩收谷物，调按户收绢、绵，按户征收实物称为户调。九品混通或称九品相通，是作为户调征收的原则。其所谓品就是户等，共分为上上、上中、上下、中上、中中、中下、下上、下中、下下九品，按家赀多少划定，每年政府给地方官规定按户征调的定额，地方官根据这个定额，由县宰召集乡邑三老，计赀、划等、定课，做到富户多纳，贫户少纳或不纳。但州县上交的实物，须达到当地每户平均定额的总和。这种按户计赀定课的户调制到南北朝中期后，逐步改变成为按丁征收，九品混通的办法也随着失去了原来的意义。

【百工】

魏晋南北朝时期被严格控制在官府手工业作坊中劳动的专业匠户。他们具有专门技能，主要从事于金、石、竹、漆、土、木和纺织等行业。

西汉官府手工业作坊中的劳动者主要是奴婢和刑徒。汉末军阀混战，城市手工业被破坏，手工业者流移，劳动力缺乏。政府为了满足统治者对手工业品的需求和官府工程的完成，积极恢复官府作坊（时称作场），努力加强对工匠的控制，使之固着在其专业上。魏晋南北朝时期的官府作坊中，除继续保留部分奴婢和刑徒等劳动者外，更多的是强迫征发或俘虏来的匠户，这些匠户被称为“百工”。他们有自己的家庭，有独立的户籍。但是，其身分低于一般平民而与士卒相等，不能自由被人雇用，不能自由出售自己的产品，而且这种卑贱身分和所承担的义务是世袭的。他们是由政府直接控制的农奴化的手工业者。北朝时，百工以伎作户的名称继续为官府作坊所控制。其来源除部分是原百工家庭的后代外，部分是由农民中搜寻漏户充当的。一经派作伎作户后，便被强迫固着在所服役的专业上，不准转业。

南北朝中期开始，百工长期服役的制度逐步为番役制度所代替。工匠除每年上番时在官府作坊劳动外，还保留了为自己劳动的部分时间。按照北周工匠六番的规定，每年上番的时间是两个月。隋末唐初，又逐渐允许工匠纳资代役。随着工匠服役制度的改变，魏晋和南北朝中期以前的百工、伎作户，也逐渐成为“番役工匠”以及以后的“和雇匠”。

【佃客】

魏晋南北朝时期官僚贵族、地主豪强所荫占的依附农民。亦称田客。在汉代，原自由身份的宾客逐渐降为贵族、豪强的附从。东汉时期，宾客参加农业

生产的渐多，对主人的依附性渐强，身份越来越卑微，以致有“奴客”、“僮客”之称。自魏晋开始，不仅从法律上确认了客作为世族、豪强私属的依附地位，而且数量也大大增加。佃客的来源主要有政府“赐客”、“复客”和“给客”，世族豪强私相召募、荫庇以及放免奴婢为客等多种途径。

世族豪强拥有占客的特权，是佃客的主要占有者。三国时，曹魏政府赐给公卿数目不等的客户，以后农民为避课役，乐于投庇，以致贵势之家动辄拥有佃客数百人。孙吴也通过复客方式，赏赐给世族豪强大量佃客，其中不仅有屯田客，也有编户农民，吕蒙破皖城后获赐的是寻阳屯田六百户。陈表所得复客二百家则是编户农民。复客属于合法佃客，而非法荫庇的佃客往往也被追认为合法。如孙权曾下令，故将军周瑜、程普的所有人客，“皆不得问”。西晋也有赐客制度。太康元年（280），西晋政府颁布户调式，规定贵族官僚得荫人以为佃客，具体数量是：第一、二品官荫庇佃客不超过五十户（疑当作十五户），第三品十户，第四品七户，第五品五户，第六品三户，第七品二户，第八、第九品各一户。此外，还可荫人以为衣食客。又可荫庇亲属，多者九族，少者三世。按官品荫庇佃客数的公布，目的在于限制非法荫庇。但实际上作用甚微，却使更多的非法佃客获得了合法地位。许多世族豪强在荫庇亲属的名义下得以合法地占有大量超额佃客。东晋不得不再次颁布给客制度，规定第一、二品荫庇佃客不超过四十户，第三品三十五户，第四品三十户，第五品二十五户，第六品二十户，第七品十五户，第八品十户，第九品五户。各品的给客数都比前大大增加。限额以外非法占有的佃客数，自然增加得更多。十六国和北朝世族豪强荫占佃客的情况同样存在。南燕时，百姓“迭相荫冒，或百室合户，或千丁共籍”，“公避课役”。这种现象在北方十分普遍，只是荫附常常是以宗族相聚，结坞自保的形式出现，带有浓厚的宗族色彩。北魏初实行的宗主督护之制，则使世族豪强在宗族名义下荫占的佃客取得了合法地位。此后，实行均田制，曾以减轻赋役和政治强制兼施的手段，在不同程度上使荫户恢复为国家编户。但随着赋役的加重和土地兼并的剧烈，均田农民浮逃越来越多，其中大部分又成为世族豪强所荫占的非法佃客。

寺院是佃客的另一类占有者。北魏末有僧尼二百万，寺院三万余所。南朝仅建康一地就有僧尼十余万，寺院五百余所。遍布各地的寺院通过皇帝、官僚的施舍和侵夺民田，多数拥有大量土地。“假慕沙门，实避调役”的农民，在寺院的庄园里从事耕作，负担寺内各种杂役，受僧侣地主的剥削和奴役，实际上是变相的佃客。北朝属僧曹管辖的僧祇户，每年输谷六十斛，可以说是寺院团体的合法佃客。从凉州赵荀子二百家僧祇户“弃子伤生，自缢溺死五十余人”来看，他们所受的剥削压迫是很重的。

对主人处于依附关系的佃客，身份地位高于奴婢，奴婢经放免才得为客，而客身份地位又低于自耕农。国家所承认的佃客，也不能单独立户，只能附注于主人的户籍上。他们不属国家编户，“皆无课役”，不必向国家纳租服役，但终年为主人耕种田地，从事杂役，

以至荷戈作战。按照法令规定，佃客所耕种土地的收获物和主人对半分，剥削量是相当重的。他们通常都是世代相袭，只有经过主人的放遣才能获得自由。限额以外的大量非法佃客，国家并不承认他们的依附关系，并且常常采取检括户口的手段促使他们重新成为编户农民。

【衣食客】

两晋南朝时官僚贵族、地主豪强荫庇的依附人口。衣食客之名最早出现于西晋，太康元年（280）颁布的户调式规定了各级官僚有荫族、荫客的权利。衣食客即荫客之一，在贵族官僚庇护下获得复除，可免去承担国家赋役。各级品官荫占衣食客的具体数量是：第六品以上官得衣食客三人，第七、第八品二人，第九品及诸低级武职皆一人。此后，东晋南朝也规定，“都下人多为诸王公贵人左右、佃客、典计、衣食客之类，皆无课役”。六品官以上并得衣食客三人，第七、第八品官各二人，第九品官为一人。

衣食客的身分地位历史记载不明确。品官占有衣食客的数量多至三人，少则一人，不仅绝对数比佃客少得多，而且从西晋到东晋一直没有增加，这反映出衣食客的需要量很少。衣食客往往和佃客、典计等相提并论，说明他们既不同于从事耕作的佃客，也不同于管理家务的典计，可能是一种由主人供给衣食办理杂事的随从。他们虽然不是直接生产者，但要听主人的差遣，并且只能注籍于主人的户籍上，不得独立为户，因而对主人也有依附关系。

【士家】

魏晋时期，兵士及其家庭称为士家。亦称兵户。汉初实行编户征兵制。后来，从流民或贫苦农民中招募来的士兵数量日益增加。征、募士兵的家属仍旧是一般的编户齐民。东汉末年，战争频繁，各割据军事集团加强对士兵的控制，把他们的家属集中起来，和士兵一起另行编定户籍，称为士家。汉献帝建安十年（205），曹操平定冀州后，把大批士兵家属迁至邺城附近（见魏武帝曹操）。到曹丕称帝移都洛阳时，居邺的士家已超过十万户，魏文帝曹丕又计划将他们迁于洛阳及其附近。控制士家，是为了保证兵源，防止将士叛乱，强化政府对于割据势力的控制，将本来属于私家的部曲夺取到政府手中。因此，魏晋时期士家不准改行转业；婚配只能限于同类，不准与平民通婚；士逃亡，家属要受严酷的惩罚；士家的子女称为“士息”、“士女”，兄终弟及，父死子承，世代为兵。士家未征召入伍时从事屯田，称为田兵。具有兵家、屯田客双重身份，受双重剥削和奴役，他们的社会地位略高于奴婢而低于平民。士家制度是一种人身依附性较强的世兵制度。

此制的建立，保证官府拥有足够的人力来从事战争和耕田，对结束东汉末群雄割据，形成三国鼎立和西晋统一的政治局面都起过一定作用。但是，士家制度的严酷及其对士兵压迫的残暴扼杀了士家当兵作战的积极性，逃亡自杀经常发生。巴郡“兵士苦役，生男多不养”。曹操死后，洛阳发生兵士大骚动，甚至有的地区爆发士兵武装起义，士兵

主要来源的士家制日益不能保证军队的战斗力。因此西晋以后，召募流民和从编户中征兵逐步增加，放免兵户，解除士籍的记载在东晋以后越来越多，来源于士家的兵士比重在下降。

南北朝时期的军户、府户和营户，名称虽异，性质和士家相同。隋唐之际，兵民合籍的府兵制广为推行后，世兵制又为编户征兵制所代替，特殊身份的士家不再存在。

【寒人】

东晋南北朝的一个社会阶层，往往与士族对举。东汉末首先出现寒门一词，西晋广泛使用。寒，即官位低微之意，寒门大体和孤门、单家的身份相近，和大姓、冠族相对而言。他们宗族弱小，社会政治力量单薄，得不到把持乡议的大姓、冠族的品第、推荐，往往仕进困顿，沉滞下位。东晋刘毅所谓“上品无寒门，下品无势族”，便是这一差别的反映。不过这时无论士庶，只要家族在一段时期中仕宦不达，都可被称寒门。

寒人作为一个阶层，是东晋以后随着门阀制度的发展而逐渐形成的。他们属于地主阶级，有的在经济上还很富裕，但没有士族那样的豁免兵役、徭役的特权；在中正品第中只能得下品（见九品中正制），一般充任低级官吏、武官、浊官；不能与士族通婚、交往，所以有“士庶天隔”之说。

进入南朝，士族靠拥有大量庄园而沉于享乐，精神腐朽，非薄吏治又不乐武事，虽把持高位却脱离实际政务。而江南地方经济的发展增强了寒门的地位。寒人的代表人物或由军勋升迁，或由长于案牍见拔，表现了治国的才干。南齐武帝曾说：“学士辈（士族）不堪经国，惟大读书耳。一刘系宗（寒人）足矣。”寒人之中有的致位将帅，任专方面。有的受到皇帝的宠信，出任宗室诸王镇将的典签，实际上掌握上军府、州郡的权柄。皇帝利用他们监视诸王的行动，加强对地方的控制。在中央政权中，寒人充当中书省的通事舍人，参预机密，出纳王命，权势更加显赫。梁代朱异由中书通事舍人历任显职，居权要三十余年，凡“方镇改换，朝仪国典，诏诰敕书，并兼掌之”，权势最盛。但是，寒人的社会地位毕竟不高，他们力图通过各种途径，包括贿赂官吏，将户籍改成士族。在北朝，寒人与士族的对立不如东晋南朝显著，而且由于鲜卑贵族的存在，他们一般没有机会享有南朝那样的大权。到南北朝后期，门阀制度逐渐瓦解，寒人力量进一步壮大，与士族界限基本泯灭，寒人的称呼也从历史上消失。

【隶户】

南北朝时期的一种贱民阶层。亦称杂户。广义包括伎作户（官府作场控制的工匠）、屯田户和牧户，狭义一般指在官府机构和官僚贵族家中服非生产性杂役的人户，如乐户。隶户来源于俘虏和犯罪没入官府的人户。鲜卑拓拔部在统一北部中国的过程中，把战争中获得的大量俘虏往往作为各种特殊户口分配给官府役使，如工匠、乐人、屯牧等杂役人。他们有自己的家庭和独立于编户之外的户籍。不属州县，不承担租调劳役，由所属官府役使，职业世袭，不准与良人通婚。北魏初年，隶户与奴婢虽

有区别，但身份比较接近。至迟到孝文帝时期，情况有了变化，官府直接控制的隶户除了为官府服役之外，可以保留一部分时间，或者整个家庭中保留一部分劳动力为自己生产，官府的隶户逐渐成为一种差役。私家的隶户可能逐渐成为依附农、牧子或家庭仆役。他们的身份低于平民而高于奴婢。孝文帝以后，经过北齐、北周，杂户几经放免；但直到唐代，仍然存在着身份与部曲相当的杂户或隶户。

【僧祇户】

北朝时，由专理寺院的僧官机构僧曹所管理的人户。当时佛教兴盛。百姓逃避赋役，有的削发为僧尼，有的投靠寺院为依附农民。北魏皇兴三年（469）至承明元年（476）间，沙门统（即朝廷所设的僧官）昙曜建议，平齐户（467年北魏南侵宋青州，俘获的人民中有一部分所谓“民望”即地主被安置在平城，并在附近设立一个平齐郡，这些人就称为“平齐户”）、凉州军户（亦为北魏平定凉州后被迫迁移到代京一带的人户）和民户，有能年输谷六十斛入僧曹者，粟称“僧祇粟”，户为“僧祇户”。昙曜奏议获准，州镇僧曹普遍拥有僧祇户和僧祇粟。

僧祇户不是国家的编户，除向僧曹纳僧祇粟外，一般不服杂役。其身份与屯田户相似。僧祇户不属于某一寺院，而由僧曹统领，实为寺院团体之佃客。僧祇粟由州郡都维那、维那（州郡僧官）掌管，欠年贷出，丰年收入；也可施给僧尼，赈济贫民。

其后，主管僧曹者贷出僧祇粟谋利，不管水旱天灾，责本还息。有的偿利过本，有的翻改契券，致使贫弱下户，备受侵逼。又役使僧祇户，随意逼召，离乡远役。如凉州赵苟子等二百家僧祇户由于僧官违章逼令离乡服役，其中五十多人自杀而死。永平四年（515）宣武帝诏：僧祇粟令所在州刺史，会同维那、都维那共同监括；尚书检有僧祇粟处，按州开列原有谷数、出入赢利、赈济多少，并贷偿年月、现在或未收等数，送台省登记，又允许僧祇户还乡输课，欠年以课谷周济贫弱，在边镇的僧祇户，如遇战事，用以防边。建德三年（574），北周武帝灭佛，僧祇户改变成为编户。

北齐、北周之后，虽不见有属于僧曹的僧祇户，但依附于某一寺院的类似僧祇户的农户，隋唐时期一直存在。

【佛图户】

北魏时期属于一个寺院管辖的身份接近奴婢的人户。延兴前后，沙门统昙曜奏请以重罪囚犯和官奴婢为佛图户。其奏议获准，佛图户编入各州镇寺院。佛图户又称“寺户”，属寺院直接管辖。他们除为寺院服洒扫杂役之外，还须营田输谷。僧祇户属僧曹总领，每年输谷六十斛，一般不服杂役，佛图户身份比僧祇户更为低贱，处境也更为艰难。寺户在隋唐时期也称“净人”，唐中叶以后，在吐蕃统治下的敦煌地区仍然存在。

【隋唐庄田】

东晋以来，地主占有的田地，一般称为田园，或称田业。地主村居之所称

为庄、墅。庄、墅往往带有田园，但庄田连称始见于北朝后期。《周书》记载，大将宇文盛、李迁哲都曾受赐庄田。北齐《标异乡义慈惠石柱颂》记载一个普通地主曾施舍庄田四顷。在均田制下，庄田是在露田、桑田（口分、世业田）以外的私田。庄田连称虽早已见于北朝后期，但作为地主田业的通称却在唐玄宗以后。

经过南北朝以来（特别是隋末）农民战争的打击，到唐朝初年，地主的数量和地主直接占有的土地有所减少。社会上存在着大量的自耕农，并且出现了大量荒废的土地。唐初统治者一方面保护地主官僚原有的土地，同时大力培植新的地主。高祖、太宗和前代一样，给功臣贵族赏赐土地。唐代均田令规定，官吏和勋官可以按照品级占有数量不等的官人永业田和勋田；还规定宽乡有剩田处可以占田过限。这些都给地主官僚多占田地提供了合法的根据。这些贵族官僚占有的广大田业，虽然史籍上无庄田之称，却有庄田之实。唐高宗曾赏赐土地给大臣于志宁、张行成、高季辅，志宁奏称自己从先世承袭了足够的土地，而“行成等新营庄宅，尚少田园”，要求把自己的一份让给张、高两人。由此可知庄宅与田园通常有连带关系。

高宗、武则天（649～705）时，大批新地主涌现出来，并且进入各级封建统治机构。他们利用政治权势，加紧夺取农民的土地。唐玄宗时，贵族、官僚和地主更加醉心于兼并土地，广占良田。乘农民或因赋役伤重而破产，或因水旱不收而流亡的时机，兼并农民的土地。由于唐朝田令有狭乡占田不得逾制的规定，以及自耕农民顽强地要保有自己的土地，因此，地主还经常通过典贴的方式把农民的土地逐步地据为己有。唐玄宗天宝十一载（752）诏书指出，那些广置庄田的贵族官僚，以借荒、置牧的名义侵夺农民熟田，霸占大片山谷。典贴和私改籍书也成为地主非法贱买农民土地时经常采用的手法。大致在开元、天宝时期（713～756），随着土地兼并的发展，地主、官僚庄宅周围的田地不断扩大，比较普遍地使用“庄田”或“庄园”来指称地主官僚的田地。开元初，姚崇在教诫子孙的遗令中，也曾经提到“庄田”。

安史之乱后，土地兼并更加激烈，宝应元年（762）代宗的敕书中就承认，“百姓田地，比者多被殷富之家、官吏吞并”。建中元年（780）两税法实行后，取消了占田限额和有关土地买卖的限制，土地迅速集中到地主官僚手中。关中、河南一带的土地大多为宦官和军将所占，江南三吴一带也是上田沃土多归豪强。元和三年（808），皇甫湜说到豪家土地一片连着一片，逃亡各地没有依靠的大多是编户齐民，成为南北各地的普遍情况。与此同时，“庄”的概念亦有所扩大，不仅地主的村居之所可称为庄，地主在城郭近郊的庄宅和周围的田地亦可称为庄。庄田有小到几亩的，也有大到数十顷的。

唐代地主官僚对于庄田的占有不如前代稳定。五品以上高官子孙虽可通过门荫入仕，但不能世袭高官，因此，达官身亡之后，子孙失去依靠，多至贫寒。而唐朝社会经济的发展和城市商业的繁荣，刺激了地主官僚子弟的贪欲，开元时张嘉贞所指出的“朝士广占良田，及身没后，皆为无赖子弟作酒色之资”的

情况，到唐后期更加普遍。地主官僚子弟“鬻庄而食”、“产业从卖”一类的记载，屡见史籍和笔记小说。地主土地所有权的转移，比前代相对加速了。

唐代庄园不同于两汉时期一些大规模种植单一品类作物的大土地经营，也不同于东晋南朝时那种“闭门而为生之具以足”的田园。它不是一个经济上的生产单位。唐代地主一般是把庄田租给农民耕种，“坐食租税”，即收取地租。贵族、大官僚、大地主的庄上派有专人管理，或定期派人巡视收租。一般地主则自己住在庄上进行管理。

租种地主庄田的农民，一般被称为“庄客”、“田客”，对地主具有一定的人身依附关系。地租一般称做“庄租”、“租课”。庄客除了要把收获的粮食一半以上作为地租交给地主，还要交纳油、柴等其他生产物，以满足地主的需要。此外，还要为地主服一些临时性的劳役，如修房、打墙、护院等。庄客除了租种地主的土地外，往往还要向地主租借种子、粮食、农具和房屋，陷入地主高利贷的罗网。除了佃客以外，在庄田上劳动的，特别是在庄舍毗连的园中劳动的，多半是奴婢和佣保。园中种植蔬菜，并多用于自给，有余也在市上出售，以换取其他日用品。

【隋唐公廨田】

隋唐时期收租以供公用的官田。由各级官府经营管理。隋开皇十四年(594)诏省、府、州、县皆给公廨田以供公用。唐初，在京诸司、州县及其他政府机构都给有数量不等的公廨田。

唐朝官府经营公廨田的方式与职田相同，采用租佃制。地租主要征收粟、麦、草、丝等实物，也征收一部分货币。租额按规定每亩不得超过六斗。农民佃种公廨田、职田，经常是被强制抑配，而不是自愿的。

唐朝政府管理公廨田和职田，置有白簿和黄籍。白簿是品官职田和官府公廨田实际情况的记录，内容包括职田、公廨田的地段、顷亩、四至和佃户等。白簿每年州县勘造一次，六月三十日前申报尚书省复查核实，至十月三十日据簿征收，给付本官。黄籍则是职田、公廨田的正式簿籍，每三年勘造一次。但后来官府多不认真执行，并不每年向尚书省申报白簿。自天宝九载（750）以后，黄籍更是多年不造。代宗大历十四年（779）重申旧令，实际效果恐也很少。

【隋唐公廨钱】

隋唐时期为供官府各种公用和充作官吏俸钱而设置的由官府经营商业和高利贷的本钱。又称公廨本钱。隋初，在京师和诸州官署都设有公廨钱，出贷经商，收利以供公用。唐承隋制，武德元年（618）即设置了公廨本钱，以诸司令史掌管，每司九人，号捉钱令史，其中以品子（六品以下官员子孙）充当的，称“捉钱品子”。每人领掌五十贯以下，四十贯以上；每月纳利四千，每年纳利五万文，作为京官的俸钱。能按时送利者，满一定年限，可参加吏部铨选，授予官职。太宗时一度废罢，至贞观二十一年（647）又恢复。当时京师共有七十余司，有捉钱令史六百余人。诸司公廨本钱总数在二万四千贯至三万

贯之间。

地方州县和折冲府也设置公廨本钱，以典吏主之，以供佐史以下吏员的常食费用和各官员的俸料。据敦煌县博物馆藏燉煌地志残卷所载州县公廨本钱和《新唐书·食货志》所记州县公廨本钱数额推算，开元时全国州县公廨本钱总额在八十万贯至一百万贯左右。

公廨本钱在高宗和玄宗时又曾几次停罢，但不久即恢复。在唐朝前期，公廨息钱一直是百官俸料的主要来源之一。

唐后期公廨钱制度继续实行，息钱主要用于官府公食、祠祭、蕃夷赐宴、诸项杂用及馆驿、病坊、教坊等。诸司公廨本钱有显著增长，又称食利本钱。据《唐会要·诸司诸色本钱》记载，贞元十二年（796）京师六十八司所置食利本钱总计为二十四万余贯。捉钱官和捉钱户人数也大为增加。元和六年（811），闲厩使下有利钱户八百余人，诸使大体类似。大和九年（835），中书省置捉钱官三十人，门下省置二十五人。这些都反映了公廨本钱实际数额的增长。

公廨钱的利率，武德、贞观时皆月息八分生利，开元初七分生利。开元十六年（728）以后，直至建中二年（781），大致为月息五分。长庆（821～824）、会昌（841～846）间利率进一步降低，月息四分生利。

唐初公廨本钱由诸司令史主掌。永徽（650～655）以后均由高户即百姓中的富户主掌。主捉钱的高户在唐后期被称为“捉钱人”。“捉钱户”或“捉利钱户”，可免除徭役，有罪须牒送本司本使科责，府县不得擅有决罚。捉钱人常有用私钱添入官本，广求私利的活动，遇到逋欠，就以官本为名，无理逼迫债务人。

公廨本钱有严格的管理制度，诸司每季、州府年终要向尚书省申报一次，并由刑部比部司勾覆。元和时，秘书省等三十二司食利本钱，委御史台管理，每至年终，勘会处分。

宋、金在京及外任诸官除俸禄外，按等级给公用钱。元代，以在朝诸官常有贺上、宴集、交好之礼乃于俸给外另赐公用钱，使经营高利贷，收取息钱以给其用，如唐之公廨钱。自武宗至大二年（1309）始给左右司、六部，后诸司援例请求，皆给之，数额无定制。一些地方官府也随宜置公廨本钱，营息以给公用。

【貌阅】

隋唐时地方官亲自检查百姓年貌形状，以便核实户籍的制度。隋大业五年（609），民部侍郎裴蕴因当时“户口多漏”，又诈伪老小以避赋役的现象严重，直接影响国家收入，故建议推行“大索貌阅”。“大索”的目的在于搜括隐匿人口，而“貌阅”目的则在于责令官员亲自当面检查年貌形状，以便查出那些已达成丁之岁，而用诈老、诈小的办法逃避承担赋役的人。通过严责官吏执行，“若一人不实，官司解职，里正、里长皆远流配”，奖励告密，“若纠得一丁，令被纠之家代输赋役”等办法，达到“进丁”及增加“新附口”的目的。据记，当年进丁二十四万三千人，新附六十四万一千五百人（也有学者认为大索貌阅进行过两次，第一次在开皇三年，即公元583年）。

唐代继承隋法，把貌阅加以完善及

制度化。根据《唐六典》记载，作为县令的职责之一，即要“过貌形状”，“亲自注定”。唐代貌阅首先是通过貌阅百姓形状，以定其所报的黄、小、中、丁、老是否属实（见丁中）。貌阅的另一内容，则是要貌定百姓的“三疾”状况。“三疾”按病残程度区分：部分丧失劳动力者为残疾；全部丧失劳动力者为废疾；不仅全部丧失劳动力而且丧失生活自理能力者为笃疾。据此，为免除（或部分免除）赋役负担，或享受给“侍丁”待遇提供依据。根据吐鲁番出土唐代户籍并参考日本所保存的古代籍帐，可知唐代貌阅还通过“过貌形状”记录下人体特征，如肤色、身高、面部有何表记，以及其他特征。这些特征均记入貌定簿中，一度亦记入户籍中。

隋代定户等时三党五党共为一团（见定户），唐代貌阅亦按地区分成团。故貌阅百姓亦称“团貌”。开始每年一次，亦称“小团”。开元二十九年（741）后，一度改为三年一团，于定户等时进行团貌，停止每年小团。天宝四载（745）后，又复旧制。团貌毕，即造簿，清定以后，不得更改。团貌结果，即直接作为手实的依据，并记入户籍。唐代户籍中，往往见到人户名下脚注记“貌加”、“貌减”若干，即是团貌中发现少报或多报年岁，在户籍中更正的记录。封建国家通过团貌严格控制人民，尤其是赋役的主要承担者——丁口。为巩固封建统治，维护封建法治提供了保证。

团貌之制，当时亦为日本所效法。正仓院所藏《天平七年大隅国郡未详计帐》中，不仅于户主及家内成员名下注记“正丁”、“少丁”，同时记载了每人头、面部特征，如“右頬黑子”、“右目尻黑子”、“颈黑子”等。

【手实】

唐宋时在基层官吏监督下居民自报户内人口、田亩以及本户赋役承担情况的登记表册。在唐代，它是制定计帐与户籍的主要依据，每年填报一次。吐鲁番出土有这种手实的残件。根据这些残件，知唐代手实的内容大体分为三大部分：①根据现状具户主姓名及户内所有良贱人口，注明年龄、性别、身份，并根据貌阅结果注上三疾（残疾、废疾、笃疾）或改正年龄疾状等情况。②在均田制下当户“合受田”总数及已受、未受亩数。已受田则分段记载其亩数，所在方位，所属渠名，及各段田地的四至，并区分口分、永业、园宅地。③户主的保证辞，都作“牒被责当户手实具注如前，更无加减，若后虚妄，求依法受罪，谨牒”。

这显然是依照一定格式由户主亲自据实填报，所以称为“手实”。但是居民并非都识字能书，其中有的必然是里正或书手根据本人口述，代为填报。而且县府还派有巡人（又叫“巡儿”）监查，遇有不填报户口或外来流散人员，便要拘留审问。每户手实原件应是一张一张的纸片，然后按乡、里粘连成卷，为每年造乡帐、计帐以及每三年一造的户籍提供依据，用毕仍然要保存十五年，以备查核。据吐鲁番出土的贞观、载初年间手实，知唐初严格执行了手实自行呈报之制。安史之乱后，这种制度受到破坏。敦煌所出《唐大历四年（769）沙州敦煌县悬泉乡宜禾里手实》的骑缝

处标明“手实”字样，而形式与正式户籍无异，并无各户户主的保证辞，可见它已是由里正、乡长等人所编制，没有经过自行填报的手续，与原来的意义有别。

北宋熙宁七年（1074），吕惠卿等鉴于五等丁产簿不实，免役出钱不均，请行手实法，即令百姓自供丁口、资产实况，各户家产参照官府所定中价折算，不出租生利者以五折一，依官式并丁口写状申报。各县据丁口、财产总数和役钱总额，分摊各户应纳钱额，公布于众，两月不讼，即定。隐寄财产许人告，以所隐三分之一赏告者。此制不久即罢。南宋宝祐二年（1254），曾在两浙、江东西、湖南为排定保甲而实行各州军民户自报实占田亩数的“自实法”，亦称手实法。

【计帐】

中国古代官府为征发赋役与掌握财政收支而制作的一种核算簿帐。汉代郡国要向朝廷上计书（也叫计簿，见上计），申报当地户口、垦田数字等，这种制度为后代所沿袭，北朝至唐称为计帐。

《周书·苏绰传》称，苏绰制定计帐、户籍之法。此事在西魏大统三年（537）之前。敦煌出有《大统十三年瓜州效穀县计帐》残卷，据此得知当时是按户统计，在每户户主之后，逐一登记户内成员以及依附人口（奴婢等）之名，每人名下记载性别、年龄、丁中等情况，并登记受田数字（当时实行均田制。这一项下记注应受田的良、贱口及耕牛的已受、未受田数）、应纳租调数。然后一户作一总计，分类统计各色课口、不课口、各色应交纳租调数。大约以若干户或按行政区划为单位，再作一总的统计，内容包括上述各项。这种统计显然是为了核实田亩授受情况，特别是核实每年应交纳租调及服役的丁壮人口，以便政府计划来年的赋役征发和财政收支。

北齐及隋代，尚书省度支尚书所属的左户曹（隋为户部）即是具体负责管理计帐和户籍的机关。据《隋书·裴蕴传》，隋代的计帐内容至少应有本年比较上一年净增的总人口数及应承担赋役的课丁数两项。

根据唐代法令规定，每年一造计帐，三年一造户籍。大体上每乡每年根据各里所造的手实，总汇成“乡帐”。一县总汇所属各乡乡帐，造一县之计帐，再由州造一州之计帐，最后由尚书省户部司汇总成为全国计帐，以供度支司作财政预算。造帐费用由居民负担，每户出一钱。吐鲁番出土有唐代诸乡“户口帐”，主要内容是户口变动和各种应承担或免除赋役的人口增减分类统计。“乡帐”所记是按每户人口直接进行统计的。县帐、州帐以及尚书省户部的计帐，不可能这样每户照登，应是按一定格式，分类统计各色户口数字，特别是要记明在上年计帐制定以后发生的增减变化。计帐和手实、户籍一样，在制定后由县保存五比（即十五年），尚书省保存三比（即九年）。中国的计帐制度为日本所仿行，日本《延喜式》所收《大帐书式（延喜主计式）》，在一定程度上反映唐计帐式的特点。

计帐除了供度支作赋役征发和财

政预算之用外，也是制定正式户籍的重要依据。每三年一次造户籍之时，县里要派主要官吏携带各乡手实及计帐赴州，依式勘造。每年制定计帐后发生的人口变化要记录在户籍中。敦煌、吐鲁番所出唐代户籍中，常有某年“帐后死”或“帐后逃”、“帐后没落”之类记载。

制订计帐是在实行均田制及租庸调制的情况下推行的。唐开元、天宝以后，均田和租庸调制度均已破坏，每年一造计帐的制度可能不再严格执行。到唐德宗建中元年（780）实行两税法以后，“不以丁身为本”，这种主要以人口变化为内容的计帐大约就废弛了。

【度牒】

唐朝官府发给佛教僧尼的证件，亦称“祠部牒”。汉魏时，中原地区出家者不多，两晋南北朝后，佛教徒逐渐增多。僧尼出家，由高僧主持剃度仪式。由于南北政权对峙，没有制定全国统一发给凭证的制度。唐朝设试经度僧制度，经过考试合格的僧尼，由国家管理机构祠部发给度牒，作为合法出家者的证书。据《佛祖历代通载》：“天宝五载（746）丙戌五月，制天下度僧尼，并令祠部给牒。”僧尼以度牒为身份凭证，可免徭役。后代遂沿为制度。

【差科簿】

唐代地方机构为征发徭役而制定的簿册。由县令亲自注定，作为向管内百姓差派徭役的依据。敦煌、吐鲁番所发现的文书中有这种差科簿的残卷。从天宝十载（751）敦煌郡敦煌县六个乡的差科簿来看，它的内容是以乡为单位，首先总计当乡破除（包括死亡、逃走、没落、废疾、单身）的人数与现在的人数。然后在现在人数中按户登记该户所有丁男、中男的姓名、年龄、身份（如职官、散官、勋官、品子、三卫、卫士、白丁等），并在人名下注明其现在情况，如正在作官、服兵役、服色役、上番或已纳资课、正在眼丧、作侍丁及本身患病等，则应该免役或缓役；其余不注明的人，应当是下次徭役的承担者。制定这种簿籍的目的是为了避免差科不平，所以还要区分户等。但各地官吏并非都认真制定，也常有胥吏作弊，所以差科不平经常使百姓怨声载道。

【租庸调】

唐朝前期实行的赋税制度。北魏在实行均田制的同时，制定了与之相适应的租调制度，规定以一夫一妇作为交纳租调的单位，但对徭役的规定不详。北齐对租调和服役年龄都作了具体规定。

隋朝建立后，开皇二年（582）新令规定：一夫一妇为一床，交纳租粟三石，调绢一疋（四丈）或布一端（五丈）、绵三两或麻三斤；单丁和奴婢、部曲、客女依半床交纳；丁男每年服役一个月。

开皇三年又令：成丁年龄由十八岁提高为二十一岁，中男由十一岁提高到十六岁；每年服役期由一个月减为二十天；调绢由一疋改为二丈。开皇十年又规定丁年五十岁，免役收庸。以庸代役的制度开始部分推行。

隋炀帝即位后，“除妇人及部曲、

奴婢之课”。租调徭役完全按丁征收。

李渊建立唐朝后，武德二年（619）二月制，每丁纳租二石，绢二丈，绵三两，此外不得横有调敛。武德七年四月，又颁新的赋役令，规定：每丁纳租粟二石；调则随乡土所产，每年交纳绫（或绢、絁）二丈、绵三两，不产丝绵的地方，则纳布二丈五尺，麻三斤；丁役二十日，若不役则收其庸，每日折绢三尺。如果政府额外加役，十五天免调，三十天租调皆免，正役和加役总数最多不能超过五十天。赋役令还规定：遇有水旱虫霜为灾，十分损四以上免租，十分损六以上免调，十分损七以上，课役俱免。这就是租庸调制的主要内容。以后虽不断修订，增加了一些新内容，但上述基本内容一直未变。

唐朝赋役令还规定，五品以上高级官僚及王公的亲属都可以按照品级在规定范围内免除赋役。六品以下、九品以上的中下级官吏只免除其本人的课役。征发课役的原则是，先富强，后贫弱；先多丁，后少丁。唐律禁止官吏在征发课役时违法及不均平。

租庸调由县尉负责征收。庸调绢每年八月开始收敛，九月从州运往京城和指定地点，租则根据各地收获的早晚进行征收，十一月开始运送。一般是物之精和地之近者运往京城，送交司农、太府、将作、少府等寺监。物之固者与地之远者则送交边军及都护府以供军用。

租庸调以人丁为本，不论土地、财产的多少，都要按丁交纳同等数量的绢粟。这是建立在唐初自耕农大量存在，并且都占有一定数量土地的基础上的一种赋税制度。唐高宗、武则天以后，直到唐玄宗统治期间，土地兼并日益发展，农民逐步失去土地，按丁征收的租庸调逐步成为农民沉重的负担。许多农民破产逃亡，成为地主的佃户。租庸调制与当时的土地占有情况日益不相适应。到了玄宗天宝（742～756）年间“丁口转死，非旧名矣；田亩移换，非旧额矣；贫富升降，非旧第矣。”而天下户籍久不更造，甚至戍边死亡者也不为之除籍，户部按旧籍征敛租庸调，地方政府则把虚挂丁户的租庸调均摊到没有逃亡的贫苦农民身上，迫使更多的农民逃亡，租庸调制已经无法继续下去了。唐德宗建中元年（780）实行两税法时，正式宣布废止租庸调制。

【杂徭】

唐代正役以外的一种劳役。杂徭一名始见于北魏，唐代与租庸调并列为赋役正项。《唐律疏议》指出“丁谓正役，夫谓杂徭”，即服正役的称丁，服杂徭的称夫；正役只由丁男（二十一至五十九岁）承担，杂徭则除丁男外还征发中男（十六至二十岁，有的学者认为杂徭以户为征发单位）。这种劳役由地方官（或中央指令）在有事时临时征发，由府、州的户曹或司户参军事，县的司户佐实际主管。由于杂徭具有地方性和临时性，不仅各州各县的服役项目不尽相同，一州一县每年也不尽相同，均由地方随事支配。大致如修筑城池，维修河道、堤堰、驿路、廨舍等应是较普遍的杂徭征发。吐鲁番文书中所见的被征在官府葡萄园中劳动的人夫则当是西州的特殊项目。杂徭也没有固定的期限，但一般不超过三十九天，超过的便折免其他赋役。据户部式规定：正丁充夫，四

十日免役，七十日并免租，一百日以上的课役具免。中男充夫，满四十日以上，免户内地租，无它税，免户内一丁，无丁听旁折近亲户内丁。杂徭无纳课代役的明文规定，但安史之乱后也有纳课的迹象。

建中元年（780）颁布两税法，明令"租庸、杂徭悉省"，但事实上征发徭役从未停止。宪宗时徭役作为百姓的普遍义务而被重新肯定下来。由于两税法以资产为宗，不以人丁为本，徭役一般由地方官按户征发，宣宗时臣僚曾说"随户杂徭，久已成例"。但那时杂徭已是泛称，色役、差科均可称为杂徭。

【色役】

唐代把各种有名目（即色）的职役和徭役称为色役。担任某种色役的人可以免除课役或免除正役、兵役及杂徭，因此投充色役在某种程度上逐渐成为逃避正役、兵役及杂徭的一种手段。

色役的名称当起于南北朝的后期，北齐天保二年（551）"诏免诸伎作、屯、牧、杂色役隶之徒为白户"，所谓"杂色役隶"是色役一辞的始见。唐代色役一辞开元后始普遍使用。但天保诏书中的"杂色役隶之徒"身份低微，而唐代服色役的一般是良民及具有资荫的人，大致可以分为三类：

①由具有资荫的五品以上官子孙及品子、勋官所承担的色役。如三卫、亲王执杖、执乘、亲事、帐内等。三卫、执杖、执乘是侍卫皇帝、太子和亲王的卫官，由五品以上官子孙和勋官二品子担任。这种色役，同时也是一种出身，当番达一定年限以后考试合格即可参加职事官（实任官）的铨选；不上番的可以每番交一笔钱代役，叫作纳资。品子是六品以下官的子孙和勋官三品以下五品以上子，他们主要充当王公和三品以上官的亲事、帐内，定期上番；不上番的，纳钱代役，叫做纳课。品子也有被差经管公廨本钱（见隋唐公廨钱）的，称为"捉钱品子"。此外，品子也和白丁一样派充地方杂任，即县史、渠头、里正等。勋官是以军功授勋的人，每年分番在中央和地方各机构服役，不上番的可"纳资"。品子当番或捉钱满一定年限，勋官充任某些色役达一定期限以后，均由州解送兵部参加武选，合格者量文武授予散官。渠长、堰头等杂任并无一定期限后可以选官的规定，只有部分色役如充当诸司杂役的才得以选官。

②由白丁充任的色役，这是最大量的一类。唐代规定，凡王公有亲事、帐内，公主、郡主、县主有邑士，一品至五品职事官有防阁，六品至九品职事官有庶仆，州县官有白直、执衣，镇戍官有仗身。亲王府属还有士力，每官（或王公、公主）所占有数量多达一百数十人，少的也有数人。这些供王公、贵主、官僚私人役使的色役，是作为他们俸禄待遇的一种而给予的，因此除少数实际上番以外，多数是由服役人交一笔钱（通常是二千五百文）作抵偿，叫作纳课（除亲事由六品、七品官子孙充当，帐内由八品、九品子孙充当外，其余都从普通百姓即由丁或中男中抽取。他们没有"资荫"，有服正役的义务，充当上述色役后得免正役，如不上番就纳课代替，故称纳课）。此外，还有很多种类，如在殿中省卫尉寺张设帐幕的叫幕士，在闲厩使管养马的叫掌闲，在驿站

递送文书的叫驿丁（或叫驿子），在内苑种植花木的叫内园丁，在屯田上劳动的叫屯丁，负责防护浮桥的叫桥丁，管理渠、堰的叫渠头、堰头，操驾官渡渡船的叫津子，以及掌烽火的烽子，管马的马子，等等，凡是下面带上个“子”字的诸色役人和地方机构的胥吏和乡官，如佐、史、仓督、公廨白直、里正、坊正，以及伺候官府的白直、执衣等等，名目繁多，不可胜举。其中除有少数是由品子、勋官充任外，绝大多数都是由白丁充任。有的则规定由残疾或中男担任，如州县城门及仓库看门的门夫即是。这种色役有的长期任职，如里正、坊正；有的是必须上番的，如桥丁；有的则可以纳课代替。这是百姓用以逃避正役或其他重役用得最多的一类。

③由特殊身份的人或贱民充任的色役。唐代工匠虽算良民，但身份却与农民不同，不许入普通户籍，不得预于士伍。作为具有某种技艺的工匠是世代相传，不准改业的，他们所服的番役也类似一种色役，除长上匠外，短番匠可以纳课代役。属于太常寺的音声人是供皇室和官府宴乐的人，身份低于普通百姓，但由于享有免除正役、杂役和某些苛重色役，所以也有良民冒入的情况。此外有由官奴婢释放和犯罪配役的官户（番户）、杂户，依其所长的技艺而配于诸司，也是分番赴役。没有技艺的则配给司农寺去作屯民。他们所承担的某些色役如乐工、兽医、骗马、调马、辟头、栽接等，由于是贱民所业，普通良民一般不愿意去冒充。

由于广泛存在冒充色役以避正役、兵役和杂徭的情况，因此封建政府要设法制止。开元九年（721）宇文融“请急察色役伪滥”。玄宗命他为使检查，结果“获伪滥及诸免役甚众”。但并不能阻止伪冒活动，政府又采取裁减最大量的色役的办法。开元二十二年减诸司色役十二万余人。天宝五载（746）统计，全国单白直一项就一年损失十万丁。于是下令停止郡县给丁充当白直，官僚所应得的白直课钱，改由政府用征税办法发给料钱。即本应由白直承担的课钱改为向全体课丁征收。其他类似性质的色役如防阁、庶仆、仗身等如何处理，不见明文，可能也改由政府征税，发给官僚。安史之乱爆发，政府财政困难，停止发给百官料钱。代宗以后，百官料钱大体上是由按垦田面积征收的青苗地头钱中出。以上是作为百官俸料的色役，至于其他色役，如内园丁、幕士、掌闲、津子、驿子之类仍然存在，不过这类人的数量不是太大。唐后期的色役也叫做差役，实际上和杂徭混合，但京师的禁军和各机构（所谓“诸军诸使”），特别是宦官直接主管的禁军和内诸司使仍然在投军或充役名义下收纳大量纳课人户，许多富人为了借此逃避差役，大量投充这些机构所属的兵士和色役，称为“纳课户”。色役名目繁多，原先就轻重不一，苦乐不均，中叶以后，由色役、杂徭演变而来的差役十分苛重；同时另一部分如工匠、太常乐人、金吾角子、五坊色役户、中书门下陪厨户等等也是色役，但仍然是富人避役的隐庇场所。

关于色役的含义或特色，学术界有不同看法。有的认为凡是职役和有名目的徭役都统称为色役；有的认为色役即律令上的杂任役；还有的学者认为色役必须具备番上服役和纳资代役两个特点，常役无番、不能纳资代役的，不包括在

色役范围之内。

【资课】

唐代散官、勋官、品子及各种色役所纳的代役金。资课在唐初还没有形成制度。四品以下、九品以上文武散官、勋官、三卫等所纳代役金称为资，品子及课户白丁服色役所纳代役金称为课。到开元年间始统称为资课。资课按照色役者的身份和色役的种类而定其数额。开元时散官四品、五品每年纳资六百文，六品以下的纳资一千文；品子充任的亲事、帐内纳课一千五百文，而由一般白丁充当的防阁、庶仆、白直、士力等则纳课两千五百文上下。中男充当的执衣每年纳课不超过一千文，中男及残废充当的门夫则需纳课八百五十文至一千文。资课一般纳钱，也有折交实物的。

开元时期，由于社会经济的巨大发展，官府所需手工业品大量通过和市取得，官府作坊的劳动者也普遍使用和雇的工匠，因此，隶属官府具有特殊身份的工匠，也由原来不役时输庸改为普遍纳资代役。由于手工业、商业的发展，官僚对货币的需要增加，官吏俸料中的色役如防阁、庶仆等也普遍转化为资课钱。据开元二十四年（736）俸料钱制度，文武职事官俸料钱中资课所占的比例是，六品以上官占百分之五十到百分之六十以上，九至七品官占百分之二十到百分之四十以上。

充当色役例免征行和杂差科，玄宗时色役普遍资课化，不少地主、商人以及其他较富裕的人为了避役便充当纳课的色役。开元九年，曾令宇文融检查色役伪滥。中叶以后，纳课避役更为流行，朝廷屡次下诏限制诸军、诸使影庇人户，这些影庇人户包括了纳课充当色役的人。在色役大部分转化为资课的情况下，开元二十二年七月玄宗敕，自今以后，京兆府、关内诸州应征庸调及资课，并限十月三十日纳毕。此后诏令中也常将资课和庸调并提。这说明到开元后期，资课已经和庸调并列而成为封建国家的经常税收。天宝初年唐政府还停止了约计十万白丁充当的白直，把应向白直征收的资课，加税于一般民户以充用，反映了资课和其他赋税合并的趋势。

中叶以后，资课增加了新的含义，被称作“资课”的有时不是国家的收入项目，而是支出项目。陆贽在德宗时曾说国家经费（支出）有三大项，一是军食，二是军衣，三是俸料和资课。见于记载的有手力资课、杂职课和工价资课，都是支出项目。这是因为配给官员役使的手力、地方机构的杂役、官府所属工匠，通过纳资化，便将其所交纳的资课钱给与应配手力、杂职的官员以及和敩的工匠。中叶以后，制度混乱，影庇人户的资课大都归于本使，不入国库。但是原来以资课钱支付的官员手力钱、工匠的工资，仍须由国家支付，这笔支出本来出于资课，所以称为某项资课。

【唐地税】

唐代基本上按田亩数量征收的税目。其制度规定按亩交纳一定数量的谷物。隋开皇五年（585）根据长孙平建议，成立社仓，劝民出粟存储，作为救荒之用。当时是按贫富量力输纳，并未规定

按田亩数量征收。唐高祖武德元年（618）沿袭隋制，设置社仓，暂行即废。贞观二年（628），唐太宗李世民采纳尚书右丞戴胄和户部尚书韩仲良的建议，自王公至于一般百姓，按所种田地，每亩纳粟（或麦或粳或稻）二升，作为义仓粮，存贮州县，以备荒年救灾。到永徽二年（651），曾改变义仓据地取税（这就是“地税”名称的根据）的办法，按九等户出粟，上上户五石，以下各等户递减。到开元二十五年（737），把贞观时的办法和永徽时的办法综合起来，从王公至一般百姓，每年每户据所种苗顷亩造青苗簿，每亩别税粟（或当地所产其他谷物）二升，为义仓粮。商贾户或其他无田或少田户，按九等税粮，上上户税五石，上中户以下递减一石，中中户一石五斗，中下户一石，下上户七斗，下中户五斗。下下户和全户逃走的以及少数族户都不征收。地税在政府财政收入中所占比重不断上升。玄宗天宝年间，一年的地税收粮大约为一千二百四十余万石，丁租收粮则为一千二百六十万石（江南郡县折纳布的一百九十余万丁除外）。地税和丁租一样成为封建国家的重要税收。

唐德宗李适建中元年（780）实行两税法，地税是其中的一个内容。

【唐户税】

唐代按户等征收的重要税目。其征收对象上自王公，下至一般百姓，是封建国家财政收入的重要来源之一。北齐时立九等之户，富者税其钱，贫者役其力，就是按户等征税或征发徭役。隋代在没有或缺少课调的州，计户征税，以供当地地方官的禄力，大约当时还不是普及全国的税目。唐代户税的名称最早见于武则天长安元年（701）十月诏所云“天下诸州王公以下，宜准往例税户”。既称往例，说明此前已经实行过。《唐六典》有三年一大税，每年一小税以供军国传驿之用的记载。据日本所藏吐鲁番出土文书《武城乡人田门孔辞》，大税、小税即是户税。据唐玄宗天宝中（约750年）尚书省的计帐，当时户税收入约二百余万贯。

户税制特点之一是按户等收税。唐高祖武德六年（623）三月下令，天下户按资产多少（资产不包括土地）分为上、中、下三等。到唐太宗贞观九年（635，一作武德九年）三月，又分天下户为上上、上中、上下、中上、中中、中下、下上、下中、下下九等（岭南户分五等）。唐代二百九十年中，户税税率多次改变。天宝中户税税率为八等户（下中）纳钱四百五十二文，九等户（下下）纳钱二百二十文。代宗大历四年（769）正月规定：上上户四千文，以下每等递减五百文。至第七等下上户一千文，第八等下中户七百文，第九等下下户五百文。现任职事一品官准上上户税，九品准下下户税。若一户有数人在数处任官，要在各处按官品纳税。纳税的职事官只限于正员官和虽非正员但占有额内实缺者。试官和员外置同正员文武官，均不在纳税之限。百姓有邸店、行铺和炉冶的，按本户户等加二等纳税。官吏及富有者的寄庄户，按七等户纳税；一般百姓的寄住户，按八等户纳税。各种浮客和暂时寄住户，稍富有的准八等户税，其余准九等户税。诸道将士的庄田，一律按九等户纳税。

唐德宗建中元年（780）以后，户税成为两税法两项内容之一。两税法规定纳钱部分就是户税，而且也是按户等高下征收的。

纳钱是户税制另一特点，大多数地区如此。但少数地区不同，例如天宝初年交河郡（西州），户税既纳钱又纳柴。有一件吐鲁番文书记载："周通生纳天宝三载后限税钱一百一十六文。"既有后限，当有前限，可见纳税期限也或分为两次。唐王朝疆域辽阔，各地区经济发展不平衡，一般税制中也包含少数地区的特殊规定。

【两税法】

唐代后期用以代替租庸调制的赋税制度。开始实行于德宗建中元年（780）。两税法的实行，是封建大土地所有制发展、均田制破坏的必然结果。唐初实行均田制，在一定程度上保证了每户农民有一块土地。凭借这些土地，可以承担国家的租税和徭役，并维持一家生计。以"丁身为本"的租、庸、调制便是在这个基础上实行的。但是在唐朝建国以后，土地兼并便在逐步发展。到武周时期，失去土地而逃亡的农民已经很多，玄宗时宇文融的括户，括出逃户八十余万和相应的籍外田亩数，就反映了当时均田制度破坏的严重程度。农民逃亡，政府往往责成邻保代纳租庸调，结果是迫使更多的农民逃亡，租庸调制的维持已经十分困难。与此同时，按垦田面积征收的地税和按贫富等级征收的户税逐渐重要起来，到天宝年间，户税钱达二百余万贯，地税粟（谷）达一千二百四十余万石，在政府收入中的比重已经和租、调大约相等。安史之乱以后，国家失去有效地控制户口及田亩籍帐的能力，土地兼并更是剧烈，加以军费急需，各地军政长官都可以任意用各种名目摊派，无须获得中央批准，于是杂税林立，中央不能检查诸使，诸使不能检查诸州。赋税制度非常混乱，阶级矛盾十分尖锐，江南地区出现袁晁、方清、陈庄等人的武装起义，苦于赋敛的人民纷纷参加。这就使得赋税制度的改革势在必行。

在建中以前，已有多次试探性的或局部地区的改革。代宗广德二年（764）诏令：天下户口，由所在刺史、县令据当时实在人户，依贫富评定等级差科（差派徭役和科税），不准按旧籍帐的虚额（原来户籍上的人丁、田亩、租庸调数字）去摊及邻保。这实际上就是用户税的征收原则去代替租、庸、调的征税原则。不过似乎没有贯彻下去。永泰元年（765）又命令，"其百姓除正租庸外，不得更别有科率。"但是在同年五月，京兆尹第五琦奏请夏麦每十亩官税一亩，企图实行古代的十一税制。实际上是加重地税。到大历四年（769）、五年又先后有几次关于田亩征税的命令，五年三月的规定是京兆府夏税，上田亩税六升，下田亩税四升；秋税，上田亩税五升，下田亩税三升。分夏秋两次并且按亩积和田地质量征税，都是试行的新原则。与此同时，在广德二年至永泰二年已开始征青苗地头钱，按垦田地积，每亩征税十五文，也是按占有土地的面积科税，不过是征钱而不是征租。

大历十四年五月，唐德宗即位，八月以杨炎为宰相，决心把税制改革进行

下去。杨炎建议实行两税法。到次年（建中元年）正月五日，正式以赦诏公布。

两税法的主要原则是“户无主客，以见居为簿；人无丁中，以贫富为差”。即是不再区分土户（本贯户）、客户（外来户），只要在当地有资产、土地，就算当地人，上籍征税。这是为了解决一些官僚、富人在本乡破除籍贯，逃避租庸调，而到其他州县去购置田产，以寄庄户、寄住户或客户的名义享受轻税优待的问题。同时不再按照丁、中（见丁中）的原则征租、庸、调，而是按贫富等级征财产税及土地税。这是中国土地制度史和赋税制度史上的一大变化，反映出过去由封建国家在不同程度上控制土地占有（或私有）的原则变为不干预或少干预的原则。从此以后，再没有一个由国家规定的土地兼并限额（畔限）。同时征税对象不再以人丁为主，而以财产、土地为主，而且愈来愈以土地为主。具体办法：

①将建中以前正税、杂税及杂徭合并为一个总额，即所谓“两税元额”。分两种：一种是斛斗（即谷物），按土地面积摊征；一种是税钱，按户等高下摊征。元额虽规定以大历十四年的数字为准，实际上是以大历中各种税额加起来最多的一年为准（但两税元额中不包括青苗地头钱，青苗钱以后仍然单独征收）。各州、县都有自己的“元额”，也是以大历中最高的一年为准。

②将这个元额摊派到每户，分别按垦田面积和户等高下摊分。以后无论有什么变化，各州、县的元额都不准减少。

③每年分夏、秋两次征收，夏税不得过六月，秋税不得过十一月。因此被称为两税（一说是因为它包括户税、地税两个内容）。

④无固定居处的商人，所在州县依照其收入的三十分之一征税。

⑤租、庸、杂徭悉省，但丁额不废（保留丁额可能还是为了临时差派力役）。

两税法把中唐极端紊乱的税制统一起来，短期内曾在一定程度上减轻人民的负担，并且把征税原则由按人丁转为按贫富，扩大了征税面，也对无地少产的农民有好处。但是实行中的弊病也确实不少。首先是长期不调整户等。建中元年定两税时定户已不严格，贞元四年（788）又诏令定户等，并且规定三年一定，以为常式，但是许多地方的材料反映，自建中以后就长期没有再定户等，这样就不能贯彻贫富分等负担的原则。其次是两税中户税部分的税额是以钱计算，由于政府征钱，市面上钱币的流通量不足，不久就产生钱重物轻的现象，农民要贱卖绢帛、谷物或其他产品以交纳税钱，无形中增加了负担，到后来比之定税时竟多出三四倍。再次是两税制下土地合法买卖，土地兼并更加盛行，富人勒逼贫民卖地而不移税，产去税存，到后来无法交纳，只有逃亡。于是土地集中达到前所未有的程度，而农民沦为佃户、庄客者更多。由于这些弊病，它遭到当时很有影响的人物如陆贽等的强烈反对，但是他们拿不出更好的办法代替它，只是主张恢复租庸调，而租庸调已根本无法再实行，地主私有经济的发展趋势不可能逆转，这种税制也就成为后代封建统治者所奉行的基本税制了。

【青苗地头钱】

唐后期的土地附加税。亦称青苗钱。唐代宗广德二年（764）接受公卿“税亩有苗者”的建议，令天下苗每亩税钱十五文，以充百官俸钱，号青苗钱。又有地头钱，每亩二十五文。大历五年（770）合而为一，名青苗钱，每亩收三十五文。八年又统一规定，青苗地头钱，天下每亩十五文。两税法实行时，青苗钱不属于归并的租、庸、杂徭之列，而属于田亩之税，因此建中定税时青苗钱没有废除，继续与两税中的地税同时征收。贞元八年（792）京兆府青苗钱亩增三钱，以给掌闲、扩骑。此后，青苗地头钱的税额大体上为每亩十八文。

【迴造】

唐开元年（713～741）前后征纳赋税时以不同实物折纳的一种制度。亦称折造、变造。

折纳在南北朝时期即已实行。南朝各地区生产的地方性很强，产品种类较多，交换关系也比较发达，因此，折纳较为盛行。除纳布代租外，还以米折布，收杂物当租，以钱折租。北朝也曾折绢为谷，以钱折绢。

唐朝在武则天统治时期已在江南地区实行纳布代租。新疆吐鲁番曾出土光宅元年（684）婺州信安县（今浙江衢州）显德乡梅山里祝伯亮租布一端。中宗神龙（705～707年）以后，又以义仓之粟，变米纳京师，当时谓之变造。开元四年，停义仓变造。至二十一年，因关中粮食不足，乃用裴耀卿为相，次年为江淮以南迴造使，广运江淮义仓变造米。

开元二十五年，由于西北地区农业的发展与和籴的实行，关中粮储丰富，江淮粮食漕运量得以减少。唐政府进一步调整各地折纳实物的规定：关内诸州庸调资课，根据实价变粟取米送京，路远的则就地收贮以充随近军粮；河南、河北应送含嘉、太原等仓租米，折粟留纳本州；河南、河北不通水运的州，折租造绢，以代关中调课。唐初以来，实行于江淮一带的变造制度，进一步在关中和河南、河北推广。同时还规定，江南诸州租并迴造纳布。天宝四载（745）韦坚又请于江淮转运租米，取义仓粟转市轻货。江淮一带的迴造制度，又有了进一步发展。

【折估】

唐朝后期财政收支上市价和官价的相互折算。南朝宋、齐在征收赋税时，往往把租折成绵绢。当绢布价廉时，又将折成绵绢的租和原来纳布的调都折成钱征收。南齐时钱贵物贱，布价大跌，而官价仍照宋初旧估，百姓负担加重若干倍。唐朝从前期开始，市场上的货物由政府估定牌价，按质好坏，分为上、中、下三等，是为官估。建中（780～783）以后，货轻钱重，物价下跌，各地的实际物价被称为时估，又称实估。两税中的户税，以钱定税。定税数额，皆用缗钱计算，纳税之时，又折为绫绢。由于物价下跌幅度太大，四十年间，绢一疋由四千文降为八百文，米一斗由二百文降到五十文以下，按原定税钱数额折纳实物，百姓负担无形中增长四五倍，

大大超出了农民的负担能力。因此，中央政府又定出一个高于实估，接近建中元年初定两税时物价的价格，称为虚估。因为是尚书都省所定，所以又称省估。尚书省户部的度支司在接受各地的税物和把物资发给各政府部门时，都要增长本价，即按虚估折算，称为折估。官吏的俸禄，布帛部分也按虚估付给。地方官吏在把税物送交中央时均按照省估，而留州和送交节度使或观察使的税物则按照实估即时价征收。元和三年（808）裴垍为相，奏准留州、送使的钱物，一切令依省估征收，由此唐后期财赋主要基地江淮一带百姓的负担有所减轻。其后，唐政府又规定，两税中折纳的绢帛，按一定比例，一部分按虚估即省估征收，一部分按实估即实价征收。但事实上，各地官吏以实估征敛的情况一直没有停止。

【上供、送使、留州】

唐朝后期逐步形成的朝廷和地方分割赋税的制度。即将中央政府直接控制的各州的赋税分为三：一部分上交给中央政府；一部分输送于节度使、观察使府，亦称留使；一部分留作本州用度。

安史之乱以后，政府控制的户口十亡八九，州县多为藩镇所据。当时军国费用，依靠度支使、转运使临时筹措，各地军镇由节度使、团练使等就地自己筹款。驻有重兵的地方都截留大宗赋税自行花费，输入于朝廷的无几。建中元年（780）初行两税法，派黜陟使到各地与观察使、刺史确定各州府征税总数，以及送使、留州的钱物和粮食数字，初步确定了中央和使、州各得赋税的份额。但由于不久就爆发了对藩镇的战争，各地节度使和州县多违法聚敛，有的不仅自己不按规定上交，还截留度支使由他州取得的上供钱帛。朱泚之乱平定后，唐德宗专意聚敛，各地方长官投其所好，常赋之外，进奉给皇帝作为私收入的贡纳不息。有的节度使即以常赋入贡，名曰“羡余”，有的则以进奉为名，矫称密旨，以便加敛百姓。所得大部分进入节度使、观察使和刺史的私囊，进奉给皇帝的只有十分之一二。

顺宗、宪宗统治的一个短时期内曾罢除了进奉及两税外的征敛。宪宗时又正式分天下之赋为上供、送使、留州三部分。宰相裴垍还奏请诸道留使钱物，先以治所所在州赋税充，不足再取给于属州。各州剩余的送使钱物与原应上供者皆输于度支。

【丁中】

中国古代为征派赋役而将编户人口按照年龄进行划分的制度。“丁”，又称正丁、丁男，一般指主要承担赋役的适龄男子（有时也包括女子，称丁女）；“中”，又叫半丁、次丁、中男（或中女），一般指年龄低于丁的青年，经常部分地承担赋役。丁、中用以与“老、小”相区别，丁中的年龄标准历代有所不同。丁中制也是判刑轻重的法律依据之一。

早在秦汉时就有将一定年龄的成年男子登记入簿，并对其征发兵役、力役的规定。西晋首次出现按年龄长幼划分正丁、次丁和老、小的制度。太康元年（280）定制：男女十六至六十岁为正丁，十三至十五岁、六十一至六十五岁

为次丁，十二岁以下为小，六十六岁以上为老。老小免除课役，丁男、丁女与次丁的课田和输绢数额各不相同。南朝刘宋沿袭晋制，元嘉六年（429），卫将军王弘建议：今四方无事，应以十五至十六岁为半丁，十七岁为全丁。宋文帝采纳他的建议，提高了小人半丁、半丁入丁的年龄。北魏均田令中没有明确记载丁中年限，但“诸男夫十五以上”即授田，应是十五岁成丁；又说“年十一已上及癃者各授以半夫田”，似以十一岁为中男（次丁男）。北齐河清三年（564）令，明确定立了丁、中、老、小之制。隋朝除承袭北齐之制外，在小下新增“黄”（指三岁以下的幼儿），至此形成了完整的丁中之制。

唐初在颁布均田制、租庸调制的同时，于武德七年（624）定制：男女始生为黄，四岁为小，十六为中，二十一为丁，六十为老。每个人的丁中类别都要登入户籍，且随着年龄的增长而不断改写。其中丁男是均田制下的主要授田对象，也是租调、力役、兵役的主要承担者。中男十八岁以上应受田，也承担杂徭力役。而老小以及妇女一般不但负赋役差科。政府还用定期貌阅的办法查证户籍上的丁中老小，以杜绝伪冒现象。

神龙元年（705）韦后当政，为笼络人心，将成丁年龄提高到二十二岁，入老年龄降低到五十八岁。景云元年（710）韦后被诛，仍复旧制。此后，天宝三载（744）、广德元年（763）又有两次改制。从晋至唐，基本趋势是丁的年限范围逐渐缩短，成丁、成中的年龄不断提高，入老的年龄不断降低。

唐朝中叶，社会经济关系发生很大变化，均田制、租庸调制渐趋崩溃，至建中元年（780）终于实行了“以资产为宗，不以丁身为本”的两税法，取代按人丁授田和征调赋役的旧制，于是为这种土地和赋役制度服务的丁中制便不再受重视。

唐以后，唯金代曾行黄、小、中、丁、老的制度，其他朝代一般只有对成丁及入老年龄的规定。

【定户】

封建政府将编户按贫富高下定户等的制度。三国时，曹操为了表率群下，每年征调税物前都令谯县令评定他家的资产。谯县令曾评定他家和曹洪家为同等，曹操说：我家的资产哪里比得上子廉（曹洪字）！可见据资产评定户等早已有之。北魏献文帝时，根据贫富为租输三等九品之制，上三品户输入京师，中三品户输入他州要仓，下三品户输入本州。这是根据户等高低定租粮送达的远近。北齐文宣帝受禅，始立九等之户，富者税其钱，贫者役其力，按户等的高低来决定税钱或服役，可能是一种临时性的措施。北齐河清三年（564）令规定，人一床（一夫一妇）垦租二石，义租五斗。“垦租皆依贫富为三枭，其赋税常调，则少者直出上户，中者及中户，多者及下户。上枭输远处，中枭输次远，下枭输当州仓”。赋税常调的征收和送租的远近，均与户等有关。西魏苏绰作《六条诏书》，其中有：“租税之时，虽有大式，至于斟酌贫富，差次先后，皆事起于正长，而系之于守令。”足见西魏赋税徭役，也要参酌贫富等第。隋代高颎向隋文帝杨

坚建议，由中央政府制定划分户等的标准，叫做输籍定样，发到各州，每年正月初五县令派人到乡村，以三党、五党（一党为一百家）为一团，依定样确定户等。

唐朝建立后，唐高祖李渊于武德六年（623）下令将民户按资产定为三等。贞观九年（635，一作武德九年）三月又以为三等未尽升降，改为九等。按规定，户等每三年审定一次，由县注定，州复核，然后注人户籍申报到尚书省，每定户以仲年（子、卯、午、酉）、造籍以季年（丑、辰、未、戌）。定户等是造户籍的重要步骤之一。

在实行均田制的时期，租、调、徭役（庸）虽然是按丁征收和调发的，但受田先后，租调、地税的蠲免，正役和杂徭征发的先后，卫士、征人的拣点，租调送交的远近，则都是以户等的高低为依据的。户税按户等征发；地税从高宗永徽二年（651）到玄宗开元二十五年（737）期间，也是按户等高低征收的。因此，户等高低与每丁租庸调的数量虽没有关系，但与农民赋役负担的轻重却有着密切的关系。

安史之乱后，按户等交纳的户税数额提高，成为农民的主要负担之一。特别是两税法实行后，按丁产定户等，按户等税钱，按土地多少税粮。户等直接成为赋税轻重的标准之一，与农民负担的关系更为密切。但两税法实行后却长期不调整户等，贞元四年（788），唐德宗李适诏天下两税更审定等第，仍令三年一定，以为常式。此后，唐朝政府也不断重申此令，然而由于户等高低直接涉及地主官僚的利益，故不被认真执行，三年一定的规定实际上成为一纸空文。

【官户】

唐代隶属官府的一种贱民。又称番户。唐律规定，谋反及大逆者，本人及父、子年十六以上皆处死刑，其余依法相坐的男女及奴婢没官，谓之官奴婢。官奴婢经一次赦免为官户，再免为杂户，三免为良人。官奴婢初配没时，刑部都官司将有技能的按所能分配诸司，诸如少府、将作监和诸州所属的各种手工作坊；无技能的分配到司农。被免为官户者，仍隶司农和诸司，专立籍帐，在州县没有户籍。官户在本司分番劳动，一年三番，每番一月。十六岁以上的都要当番；但也允许纳资代役。其中长上服役的，则衣粮由官府供给。

官户的法律地位和部曲一样，比良人低一等，比奴婢高一等。量罪定刑时，比良人重一等，比奴婢轻一等。依户令，官户当色（同类）为婚，不能和其他等级的人通婚。所生子女亦为官户。年六十及废疾（见貌阅）者，免为杂户；年七十则免为良人。

【土户】

通常是指在本地户籍上登记的国家编户。在南北朝时，它相对于流民、侨民、城民，也称为土著、土民；在唐代，相对于客户，被称为土户（主户）、居人。

南北朝时期，战乱频繁，流民往往在豪强大族的控制或影响下形成有势力的集团向外流徙，本地的土民也在豪强大族的控制或影响下形成土民集团。因

此，不断发生所谓“客主势异，竞相凌侮”的土客矛盾。北朝时期，除“土客矛盾”之外，又有所谓“城土矛盾”。这是因为鲜卑拓跋贵族凭借其部落兵人主中原，在中原各地依城立镇，士兵及其家属城居，称为“城民”。这种城民往往以征服者自居，“城民陵纵，为日已久，人人恨之，其气甚盛”，从而爆发“城土矛盾”。它实际上是当时政府与地方势力之间矛盾的表现。因此，这一时期土、客之间只是在地域、户籍上的区别。

隋唐统一之后，推行均田和租、调、徭役制（见均田制、租庸调），自耕农数量增加。这时所谓土户，一般指在本土受田纳租调和服役的均田民。随着赋税徭役的增加，土地兼并激化，大批均田农民破产，背井离乡成为流民。到唐德宗时，杜佑指出全国土户与客户共三百余万户，其中土户只占五分之三。德宗说，“百姓有业怀土为居户，失业则去乡为客户”，这是指客户中的大多数，他们是丧失产业的贫苦农民。但是，当时也有不少官僚或一般地主，为了规避赋役，把产业转移到他州外郡，成为寄住户、寄庄户，也是客户的一部分。因此，唐中叶以前，土、客（或主、客）之间，仍然主要是户籍和地域上的区别。

建中元年（780）两税法颁布，规定“户无土（亦作‘主’）客，以见（现）居为簿；人无丁中，以贫富为差”，土户（或主户）、客户的含义又增加了一层新的内容。不论原先是土户还是客户，只是拥有资产，均成两税户，列入现居地的正式户籍，而雇农、佃农等客户，因为没有资产，不是两税户，则不列入国家正式户籍。自此以后，列于正式户籍的两税户通常只称主户，不再与土户通称。这种作为两税户的主户，虽包括地主、自耕农、半自耕农，并非一个阶级，但均属“有产者”；而作为雇农、佃农的客户，则明显地属于被剥削、被压迫的阶级。经过唐末、五代，到宋代主户与客户的区别，成为地主及自耕农与佃农的区别。那种仅限于地域、籍贯不同的土、客户虽仍在习惯中保留，但在史籍记载中土客含义已经发生了很深刻的变化。

【杂户】

属贱民阶层。产生于南北朝时期。鲜卑拓跋部在统一北部中国的过程中，往往把俘虏作为官府役使的各种特殊户口，如工匠、乐人、屯、牧等杂役人，因为名色繁多，故称为百杂之户，即杂户。他们的名籍写在赤纸上，子孙相袭。北魏不仅将俘虏配给官府作为杂役人户，而且也把犯罪人官的人户配没为杂户。因为俘虏和囚犯同被贱视，同样具有奴隶性。在北朝史籍中，常见以杂户充作赏赐的记载。

北魏末，东西魏分立。东魏都邺，洛阳官府所属隶户（即杂户）随之转移到邺，经历北齐，因仍不改。北周建德六年（577），周武帝灭北齐，下诏“凡诸杂户，悉放为民”，从北魏洛阳官府遗留下来的杂户到这时被放免了。但这并不意味全部杂户的放免和杂户名目的消失，实际上北周直到隋唐都有杂户存在。北朝杂户不属州县，因而也不承担租调徭役。他们由所属官府役使，职业世袭，不准自由经营，不准

与良人通婚。史籍记载，杂户是与奴婢有区别的，但他们仍然是低于良人的贱民。

唐代的杂户，除一部分为前代所遗留者外，也有一部分是新以俘虏配没及犯罪没官配隶诸司的人户。唐朝法律对杂户的经济权益、身份地位作了明确规定。按唐律规定，凡反逆相坐，没其家为官奴婢，一免为番户（官户），再免为杂户，三免为良人。据法令，杂户遇赦应即免为良人。由此可见，杂户的身份高于官奴婢及番户，其籍附州县，而番户却属本司。番户、杂户上番服役的番数也不同，番户一年三番，杂户二年五番，番皆一月，计杂户一年上番七十五日。年十六以上当番，若不上番，可纳资代役（官奴婢却是长役无番）。如果杂户被留长上者，由官府配给口粮，丁口每日给三升半，中男三升，其他家口依其性别、年龄分别差等给粮。杂户老免、进丁受田依百姓例，所不同者，良人给园宅地，三人一亩，杂户属贱色则五人给一亩。又各于本司上下，职掌课役，不同于百姓。诚然均田令没有严格施行，受田额与法定数相差甚远，可是在法律上确认了杂户可以拥有土地，每年除一定时间在本司上番外，有一部分时间个体经营，形成少量的私有财产。律令还规定，杂户虽籍附州县，但仍是贱民，若诈贱为良，要处以徒刑。杂户只能当色（同类）为婚，甚至良人收养杂户子为己子亦要治罪；倘若发生斗殴，杂户殴打良人罪加一等，反之则减一等；如发现杂户逃亡，一日笞三十，十日加一等，罪止徒三年。概而言之，唐代杂户的社会地位低于良人，高于奴婢，在贱民阶层中略高于官户，与太常音声人相等，接近良人，而官户则接近奴婢。唐代杂户是北朝杂户制度的继续和发展。杂户除了伎作、屯、牧之外，其中绝大多数应是在官府各机构充当非生产的杂差，仍是供给官府役使的各项特殊人户。封建国家对杂户是不完全的人身占有，杂户既与被视作财产的奴婢不同，又与编户有别，其地位大致与部曲相似，只不过部曲隶属私人，而杂户隶属国家，可以说这类人户的身份接近于农奴，或者说是农奴化的人口。

【括户】

通过检查户口，将隐漏不报和逃亡人口搜括出来，遣送还乡或就地入籍。又称括客。这种清查浮客的活动，历代均有。东魏末，高隆之为河北括户大使，是以括户名使的第一次见于史籍。隋朝的租调徭役和唐朝的租庸调都以人丁作为征发对象，因此封建国家十分重视对户口的控制，严禁百姓逃亡。隋朝建立后，在山东地区检括户口，乞伏慧在曹州检括得户数万，令狐熙在沧州令隐户自归首，至者万户。开皇三年（583）大索貌阅，其后又实行输籍之法，大业五年（609）又进行貌阅（也有学者认为大索貌阅实只大业五年一次），也都是为了把隐漏、逃亡的农民变成国家控制的编户。

唐朝建立后，高祖武德四年（621）、太宗贞观十六年（642）都曾下诏检括户口。高宗、武则天以后，土地兼并发展，农民土地日益减少，无力负担赋税徭役，被迫弃家离乡。特别是武则天晚年，赋役繁重，迫使大量农民逃亡，出现了“天下户口，亡

逃过半”的形势，于是武则天遣十道使括天下逃户。敦煌发现的唐代文书中，有武则天长安三年（703）关于检括甘、凉、瓜、肃等州所居停的沙州逃户的牒一件。《吐鲁番考古记》中也著录了武则天时期的上括浮逃使状一件。说明这次括户确是在广大地区实行了的。

唐代最大的一次括户是玄宗开元九年至十二年（721～724）由宇文融主持的。开元初年，农民逃亡的情况继续发展，他们有的逃入山林或到他乡开垦土地耕种，有的逃入城市充当雇佣，更多的则成为地主隐匿的佃客和佣保（在逃亡队伍中也存在着极少数地主），还有许多人制造伪勋和充当色役以逃避徭役。为了增加封建国家的财赋收入，扩大徭役、兵役的来源，开元九年宇文融建议检查色役伪滥，搜括逃户。二月，唐玄宗下令州县逃户限百日内自首，并令宇文融充使推勾。由于逃亡农民只有准令式合附者，才能“所在附籍”，其余的一律要“牒还故乡”，因此受到农民的抵制。唐朝政府被迫改变逃户自首的条件。开元十二年，玄宗在《置劝农使安抚户口诏》中明确规定：“先是逋逃，并容自首。如能服勤垄亩，肆力耕耘，所在闲田，劝其开垦。”允许农民所在附籍，不再提牒还故乡。唐玄宗再次任命宇文融兼充劝农使。宇文融奏置劝农判官二十九人并摄御史，分往全国各地，检括逃户和籍外田，对新附客户免除他们六年的租调徭役，只收轻税。这次检括，效果很大，诸道括得客户八十余万户和相应的田亩。开元十八年，裴耀卿建议以括出客户营田，大约未被采纳。开元天宝年间，曾以括出客户置县，足见各地客户数量之多。此后，由于土地兼并规模更加发展，农民失去土地更加严重，赋役日益繁重，农民逃亡的情况越来越多，唐王朝不断下令检括逃户，但逃户问题始终没有能够解决。

【西城所】

北宋末掌管公田的机构。全称“城西括田所”或“西城公田所”。政和初，宦官杨戬主后苑作时，胥吏杜公才献言汝州（今河南临汝）有地，遂置为稻田务。政和六年（1116）改名公田所。宣和初，又有张佑主营缮所，李彦主西城所，亦为检括公田机构。宣和三年（1121），杨戬死，李彦将后苑作、营缮所的公田，皆并入西城所。公田之法，一种是取民间田契根磨，如田今属甲而得之于乙，则从甲索乙契，复从乙索丙契，辗转推求，至无契可证，则指为公田，量地所出，增立官租。另一种是按民契券所载顷亩，而以新颁乐尺打量，旧尺一亩约当乐尺 1.0869 亩，即以其羸拘没入官，创立租课。始自京西汝州，渐及于京畿、京东、河北等路。括取天荒、逃田、废堤、弃堰、退滩、淤地、湖泊等，抑勒百姓承佃，强征公田钱。民间美田，皆指为天荒，鲁山全县土地，都被括作公田，“由是破产者比屋，有朝为豪姓而暮乞丐于市者”。前后所括，共得田三万四千三百余顷。梁山泊被收入西城所后，立租算船，日计月课，蒲鱼荷芡之利，纤悉无遗。确山县为催索公田租钱，先后杖死良民千余人。京东、河北人民，以公田法克剥太甚，四起反抗。宣和七年十二月，诏罢西城所，其

拘没到的土地，并给还旧佃人。次年初，李彦赐死。

【经界法】

南宋清查核实土地占有状况的措施。绍兴十二年（1142），两浙转运副使李椿年上言经界不正十害，建议实行经界法。诏专委李椿年措置。遂设立经界所，从平江府（今江苏苏州）开始，逐渐推广至两浙，再推广至诸路。其具体措施有；①打量步亩：以乡都为单位，逐丘进行打量，计算亩步大小，辨别土色高低，均定苗税。②造鱼鳞图：保各有图，大则山川道路，小则人户田宅，顷亩阔狭，皆一一描画，使之东西相连，南北相照，各得其实；然后合十保为一都之图，合诸都为一县之图。③置砧基簿：每户置簿，逐一标明田产的田形地段，亩步四至，以及得产缘由，赴县印押，永充凭证；遇有典卖交易，须各持砧基簿和契书对行批凿。到绍兴十九年冬，除淮东、淮西、京西、湖北四路属边境地区未行外，其余各路多数州军都已次第完成。经界法旨在保证官府赋税收入，不可能真正“均平赋税”。由于漳、汀（今福建长汀）、泉三州行而复罢，绍熙二年（1191）曾再度清丈，但也未成功。因此，绍兴经界不到百年，旧籍之在官者半已不存，甚至漫不可考，赋税隐漏走移愈益严重。嘉定以后，婺州（今浙江金华）、嘉兴府（今浙江嘉兴）、平江府、常州、信州（今江西上饶）、饶州（今江西波阳）等地又陆续推行经界。终因官吏豪绅的反对，未能贯彻下去。

【草市】

宋代紧临州县城郭发展起来的新的商业市区。草市原来是乡村定期集市，经过长时期的发展，到宋代，其中一部分发展成为居民点，个别的上升为县、镇；而紧临州县城郭的草市，则发展成为新的商业市区。这类市区，居民稠密，商铺店肆林立，交易繁盛，与城郭以内的原有市区，并无区别。有的地方，甚至远远超过了城郭内的旧市区。如南宋年间鄂州的南草市，“沿江数万家，廛闬甚盛，列肆如栉”，“虽钱塘、建康不能过”，“盖川广荆襄淮浙贸迁之会，货物之至者无不售”。这类草市，已经突破了原来乡村集市的涵义，成为州县城市的一个重要组成部分。对于这类草市，宋政府并不把它作为乡村的一部分，而是作为城市的一部分加以管理。宋神宗熙宁年间，全国各地乡村都编排保甲，按时教阅，而对“诸城外草市及镇市”虽也编排保甲，但不把它们“附入乡村都保”，亦不按时教阅，而是与城市坊郭户一样，受厢的管辖，而在没有厢制的州县，则直接受县的管辖，同乡村完全脱节。城郭草市的发展表明：宋代城市的商业贸易，不但打破了唐代坊市制度的限制，而且也打破了城郭的限制，进一步发展到城郭以外的地区。

【厢坊制】

宋代城市的区划制度。唐代的城市制度是“坊市制”，居民区“坊”与商业区“市”是分开的，四周都筑有围墙，坊、市门按时启闭。随着商业的发

展，到北宋初年，坊、市的围墙破坏了，居民区与工商业区不再有区别，凡是向街的地方都可以开设商店。10世纪末、11世纪初，一种与之相适应的，新的城市制度“厢坊制”代替了原先的“坊市制”。至道元年（995），开封城内设立了左第一厢、城东厢等八厢，这种基层厢代替了坊，成为附郭县直属的基层政权，每个基层厢下属有二至二十多个坊。熙宁三年（1070），开封城内东、西两部分，划分为两个区，称为“左厢”和“右厢”，办公处称为左、右厢公事所，地位相当县，主要职责为掌狱讼刑法。从此，附郭县只治理郊区，厢统治城内市区（有时城外市区也归厢统治）直属于州府，这种城乡分治的制度后来推及全部城市。厢坊制成为城市的一种新的行政区划制度。

【榷场】

辽、宋、西夏、金政权各在接界地点设置互市市场。榷场贸易是因各地区经济交流的需要而产生。对于各政权统治者来说，它还有控制边境贸易，提供经济利益，以及安边绥远的作用。所以榷场的设置，常因各政权间政治关系的变化而兴废无常。宋太宗赵炅时期，宋辽间就已在宋境的镇州（今河北正定）等地设置榷场，不久即因宋辽战争而罢。澶渊之盟后，宋辽之间，主要有在宋境的雄州（今河北雄县）、霸州（今河北霸县）、安肃军（今河北徐水）、广信军（今河北徐水西）等河北四榷场，以及辽境的新城（今河北新城东南）榷场。宋夏之间，先于景德四年（1007）在保安军（今陕西志丹）置榷场互市，后来又在镇戎军（今宁夏固原）等地置榷场。在宋仁宗赵祯、宋神宗赵顼等各朝，都曾因战争而一度废罢。辽夏间则有在辽境的振武军（今内蒙古和林格尔西北）榷场。金朝立国，1141年与南宋订立和约，划定疆界（见绍兴和议）。此后，双方先在宋境的盱眙军（今江苏盱眙）、光州（今河南潢川）、安丰军花靥镇（今安徽寿县西北）、枣阳军（今湖北枣阳），以及金境的泗州（今江苏境内）、寿州（今安徽凤台）、蔡州（今河南汝南）、唐州（今河南唐县）、邓州（今河南邓县）、颍州（今安徽阜阳）、息州（今河南息县）、凤翔府（今陕西凤翔）、秦州（今甘肃天水）、巩州（今甘肃陇西）、洮州（今甘肃临潭）等地置立榷场。金夏间榷场则主要在金境的兰州（今甘肃兰州）、保安州（今陕西志丹）、绥德州（今陕西绥德），以及东胜州（今内蒙古托克托）、环州（今甘肃环县）等地。此外，辽朝保州（今辽东丹东市东）等地，金朝西京大同府（今山西大同）西北过腰带、银瓮口等地亦设有榷场，与高丽及周边民族开展互市贸易。

榷场贸易，中原及江南地区向北方输出的主要是农产品及手工业制品，如粮食、茶叶、布帛、瓷器、漆器，以及海外香药之类。辽、金、夏地区输往南方的大宗商品则有牲畜、皮货、药材、珠玉、青白盐等。互市商品种类的不同反映了南北方各自生产发展水平及其特点。

榷场贸易受官方严格控制。官府有贸易优先权。榷场领辖所在地区的监司及州军长吏，又另设专官，稽查货物，征收商税。榷场商税是官府一笔不小的

财政收入。还有官牙人评定货色等级，兜揽承交，收取牙税。宋金榷场制度，小商人十人结保，每次携一半货物到对方榷场交易。大商人悉拘之，以待对方商贾前来。交易双方须由官牙人从中斡旋，不得直接接触。各政权对榷场交易的商品种类也有严格规定。如北方的战马，南方的铜铁、硫磺、焰硝、箭笴之类军用物资，一般都严禁出境。

虽然当时民间走私贸易十分活跃，榷场贸易仍是隶属不同政权的地区之间经济交流的重要途径。

【两税】

宋至明中叶所实行的最重要、最基本的土地税。宋承唐制，两税按纳税时间分为夏税和秋税。夏税主要有丝、绵、丝织品、大小麦、钱币等，秋税征收稻、粟、豆类、草等。南方和北方农作物品种的不同，也造成了税物品种的不同。在南方，夏税以税钱折纳税物的情况较为普遍，而北方一般没有夏税钱。在纳税前两个月，官府向纳税户分别发放“由子”之类的通知单，上面开列本户的两税额。人户缴纳两税后，官府颁发税钞，上面盖印，以作缴纳的凭证。税钞上的印每个仓库各不相同，只能行用于一次税收，用完即销毁。宋代以平均每亩地纳税一斗，作为天下的通法，但各地一般都依田地的肥瘠，将两税分成若干等级。很多地区分为上、中、下三等，谓之三则法。北宋初，福州无上田，则分为两等，中田每亩夏税钱四文四分，秋税米八升，下田每亩夏税钱三文七分，科税米七升四勺。除了个别地区外，每亩田地的两税额并不算重。但是，官府却用各种名义，如沿纳、支移、折变、脚钱（运输费）、加耗（以税物损耗为名的加税）、预借、重催（纳税后重叠催税）、义仓、大斗、大斛、斗面、斛面（纳税时，税粮高出斗面斛面的堆尖部分）、呈样（以官员检查税物样品为名的加税）等等，进行加税，使两税成为很重的负担。官僚、地主又千方百计进行逃税、漏税和抗税，而将两税转嫁给广大农民。宋代还有包揽赋税输纳的“揽户”，他们与官吏相勾结，对纳税者进行中间剥削，更加重了农民的两税负担。

金循宋制，民田征收两税（唯猛安谋克户只征牛头税）。夏税每亩三合，秋税每亩五升，又纳秸一束（十五斤）。缴纳期限，夏税以六、七、八月，秋税以十、十一、十二月为初、中、末三限，三百里以外展限一月。泰和五年（1205），秋税改以十一月为初限，寒冷地区夏税改以七月为初限。输纳粟麦，每三百里减免百分之五；输秸，自百里至三百里，减免百分之三至百分之十。

元代税粮制度南北不同，江南地区沿用宋制征夏、秋两税（见税粮）。明代全国田赋通行两税制，夏税征米、麦、钱、钞、绢，秋税征米、钱、钞、绢。大抵以米麦为主，丝绢及钞次之。万历时推行一条鞭法，赋税制度发生变化。

【沿纳】

宋两税附加税名。源自唐末五代，是在两税以外临时加派的各项税目钱物逐渐固定下来而形成的。计有农具钱、桥道钱、盐钱（绸绢、绵、米）、曲钱、

加耗、斗面、脚钱、率分纸笔钱、铺衬芦茇、析生望户钱、军须钱、牛皮钱、甲料丝、鞋钱、公用钱米等等，各地名品烦细，其类不一，随夏秋两税送纳。宋朝统一后，废去一些，绝大多数沿袭下来，统称沿纳，又称沿征或杂变。明道二年（1033），曾下诏将沿纳物以类并合为一，悉除诸税名。可是直至宋末，有些税名仍然存留。唐末五代，江东西酿酒才纳曲钱，食盐才输盐米，宋代则江南榷酒仍收曲钱，民不得盐而入盐米，某些沿纳的征敛，比五代还要苛刻。

【支移】

宋代赋税输纳方式之一，实际上是赋税与劳役相结合的又一种两税加税名目。赋税输纳有固定的地点、仓库；而以有余补不足，则移此输彼，移近输远，谓之支移。支移始行于河北、河东和陕西等路，以便充实边境军储。有些地区的支移，则是一州一县的"递趱"。如广南西路钦（今广西灵山）、横（今广西横县）二州每年支移苗米，纳于邕州（今广西南宁）太平寨诸寨，廉州（今广西合浦）再支移于钦州；白州（今广西博白）复支移于廉州。元丰七年（1084）规定，陕西沿边支移毋过三百里；元祐二年（1087）又规定，以户等高下区分支移的远近，第一、二等户主百里，第三、四等户二百里，第五等户一百里；不愿支移而愿纳道里脚钱的，也按三等折收。起初，税户因路远物重，多携现钱至支移所在籴粮米输纳，沿途税务要根据携带现钱多少征收过税。道里脚钱的办法颁布之后，对税户相当普遍地实行了这项办法，于是脚钱演变成为一项固定的附加税。元祐初，陕西斗输脚钱十八文；至崇宁中，一向不支移的京西路，所输脚钱每斗竟至五十六文，几乎相当于元丰年间所输正税之数。广德军（今安徽广德）苗税一石，贴纳脚钱为三斗七升，在建中靖国元年（1101）以前已随正税缴纳。脚钱也反复折变，不断加码。

【折变】

宋赋税输纳办法之一，实际上成为一种加税名目。征科赋税有固定物品，官府根据一时所需，变而取之，谓之折变。按照规定，折变并用平估，使其值轻重相当，且以纳月上旬时估中价准折，实际上却往往增取其值，亏损人户。如纳麦在六月，州县遂串通市司于五月中先减麦价，仅留三四分，待科折已定，即顿增价。大观二年（1180），京西路以盐钱、杂钱折变物料，孟州温县小麦实价每斗为钱一百二十文，而折变只作五十二文；颍州汝阴县（今安徽阜阳）实价一百一十二文，折变只作三十七文。陕西路粮价，大观四年已数倍于往昔，折变却仍用熙丰之价，致使税户陡增六七倍之赋。按照规定，折变物色数额，须于起纳前揭榜晓示，实际上却往往临时变更，反复纽折。如应纳现钱，即小估价值令纳绸绢，又以绸绢之值折纳丝绵，复将所纳丝绵回纳现钱；以绢较钱，绢倍于钱，以钱较绵，钱又倍于绵。反复纽折，辗转增加。南宋初，两淮州县一亩地的赋税，经过纽折竟高达四五斗，为正税的四五倍以上。

【职役】

宋代役法之一。也称吏役。封建国家按照户等高下，轮流征调乡村主户担任州县公吏和乡村基层组织某些职务，称差役。这些职务如由封建国家出钱雇人担任，则称“雇役”。差役、雇役、保役及义役都是实行职役的方法。

宋代官府按照税钱、物力等的多寡，将乡村民户划分为五等（见户等制），再按户等的高下及丁口多少轮差相应的色役。差役分为乡役、州县役两大类：①乡役，是指在乡村基层组织“乡”、“管”或“耆”中担任头目和一般办事人员。包括里正、耆长、户长、壮丁等。里正为一“乡”之长，负责催督赋税，在乡村第一等户中轮差，役满后，勾集去州衙担任衙前。乡书手隶属于里正，为文书会计，轮差第三或第四等户。耆长和户长是一“耆”或一“管”之长。耆长负责督捕盗贼和防止烟火，轮差第一、二等户。户长承受官府的符帖催税，轮差第二等户。壮丁隶属于耆长，轮差第四、五等户。②州县役，是指在州县官府中担任公吏，包括衙前、人吏、承符、散从、步奏官、弓手、手力、院虞候等，还有杂职、斗子、拣子、掏子、秤子、仓子、解子、拦头、医人、所由等。衙前在州衙管理府库，运输上供官物，筹办时节宴会，送迎官吏，管理馆驿；衙前有军将至左右押衙、都知兵马使等阶，任职日久，一般升到都知兵马使，可出职补官。人吏或吏人，主管文书等，州衙的人吏在雇募不足时，选差中、下户任职；县衙的人吏，有押司、录事等，选差有田产并谙熟公事的乡户任职。承符、散从、步奏官，分属州衙各曹，负责追催公事，选差乡村第三等以上户或坊郭户（有的地区实行雇募）。其下有人力当差。弓手，隶属于县尉，“专捉盗贼”，轮差第三等户。手力，在县衙负责追催公事和在城赋税，轮差第二、三等户。院虞候、杂职，依承符、散从官例，选差乡户。斗子、库子、秤子、拣子、掏子、仓子等，是州县仓库的下级管理人员，选差下户或中户“有行止人”充当。拦头在村店要津设卡收商税，差第五等户。

宋代的职役始终是差、雇两法兼行，但各代比重有所不同。宋太祖赵匡胤至宋真宗赵恒时期，差役法逐渐确立。此法规定，官户、坊郭户、未成丁户、单丁户、女户、寺观户免役，乡村下户的职役较少，上户的职役较多较重。对于乡村上户，差役使他们完全控制农村基层政权，并占据部分州县吏职，便于统治广大农民，这是封建国家赋予他们的权利；同时，又使他们承担官府规定的一些义务。对于乡村下户，差役是继唐中叶以来封建徭役的新形式，是封建国家对下户无偿劳动的直接掠夺。

从宋仁宗赵祯朝起，差役法的弊病日益显露。主要是许多乡村上户在担任衙前期间，因丢失官物或为官吏敲诈等而倾家荡产。因此，乡村上户普遍视衙前役为畏途，想方设法逃避。至和二年（1055），朝廷改行衙前“五则法”：废除里正衙前，只差乡户衙前，将上户按财力和衙前役按重难各分为五等，根据户等的高低轮差相应的衙前。但是，直到宋神宗赵顼朝前，乡户衙前依然是乡村上户的沉重负担。所以，从神宗熙宁四年（1071）开始，在全国范

围实行新役法，改差法为雇法，以前的当役人户交纳免役钱，坊郭户、官户等以前无役者交纳助役钱。统称新役法为雇役法或募役法。在雇役的同时，也保留部分差役，如开封府界仍旧轮差下户充当壮丁，上户充当耆长。又如自熙宁七年起，恢复了乡役方面的差法，并与保甲法相结合，形成了“保役法”。这时，既废除户长和坊正，又轮差城乡保丁充当“甲头”，使之催纳赋税、青苗钱和役钱。不久，又废除壮丁、耆长，其职责归于都副保正、大保长；裁减各地弓手名额，用保丁补充原额的人数。宋哲宗元祐元年（1086），除衙前外，恢复差法，按五等丁产簿定差。接着，又逐步实行部分雇法。绍圣年间（1094～1097），改进免役法，同时兼行部分差役法：各地有不纳役钱而轮差壮丁者，依旧；仍以保正、保长代替耆长，甲头代替户长，承帖人代替壮丁，后又以保长取代甲头，负责催税。南宋时，兼行差雇二法，免役钱照旧征收，而大量地差乡户应役。保正承行文书，保长催税，不免赔累甚至破产，因而上户多将此役转嫁给中、下户。宋高宗赵构时，婺州金华县百姓结伙出田和米，帮助役户轮充，称为“义役”，各地陆续仿效。宋孝宗赵昚时，一度命官户跟民户一样，轮差保正。宋宁宗朝直至南宋末年，不少地区实行两浙路的义役，以保证差役的实行，但常遭猾胥奸吏的阻挠和破坏。

元代以后，职役通称为“差役”。

【夫役】

宋代役法之一，又称工役。宋官府按照坊郭、乡村民户丁口多寡或户等高低，征调丁夫，从事劳役。宋初规定男子二十到五十九岁为丁，凡城乡有一丁以上的民户都须承担夫役，但官户享有免役特权。正在担任职役的乡村上民暂免夫役。客户作为国家的编民，也要按丁应役。宋代夫役多用厢兵，故民户夫役负担比前代略有减轻。北宋时，每年春季征调丁男修筑黄河堤岸，谓之“春夫”。一旦出现水患，则征调“急夫”。此外，夫役还用于筑城、开河、盖屋、修路、采矿、运粮等。北宋时还出现所谓免夫钱，如宋神宗熙宁十年（1077），允许距河七百里以上的民户交钱免差，谓之“免夫钱”，以雇民夫，但尚未成定制。宋哲宗元祐三年（1088），正式改变差夫旧制为雇夫新法。但此后也未全用雇法。元祐时曾规定，夫役不问户等贫富，概以男丁科差，以至出现上户偏轻、下户偏重之患。五年，改为各地州县可用丁口、也可用户等科差夫役。宋徽宗大观间，命修河春夫，皆纳免夫钱，“定为永法”。宋徽宗末年，征调山东、河北民夫运粮到燕山府（今北京），民力告竭，纷纷起义。接着，又在全国范围征收免夫钱，每税钱一贯收免夫钱十贯，或按照户等计口出钱，每夫二十到三十贯。南宋时，某些地区继续征收免夫钱，但民户并未免役。地方官府往往计算田亩，强征民夫筑城，护送官员，运输军粮武器，修治桥道，建造馆舍等，劳役仍然十分沉重。上户富室出钱雇人或强迫客户代役，夫役的实际负担者是下户和客户。所以，夫役是封建国家强迫广大农民负担的无偿劳役。

【义役】

宋代役法之一。南宋乡村民户为了减轻上户轮差保正、保长的重役，自行结合，割田出粮，帮助当役户，称为“义役”。义役始于婺州（今浙江金华）、处州（今浙江丽水）等地。约在宋高宗赵构绍兴年间（1131～1162），婺州金华县长仙乡的一些“大姓”，因轮派保正役而时起纠纷，乃创议合伙捐田一百亩，帮助当役者应差；每年三月旧保正将田移交给新保正，作为应役之资。由此，“义役”便在民间实行，并于绍兴三十二年得到知婺州吴芾的称赞。大约与婺州义役同时，处州民间也实行义役，宋孝宗乾道时（1165～1173），知处州范成大言于朝廷，于是义役遂从两浙路扩展到江东、江西和福建等路，各地上户纷纷实行。义役的实行有所谓“义役规约”，各地虽颇不相同，但其主要内容是：①由本“都”或本“甲”的上户担任役首，主持义役的实施，如收取役田租课，排定各户服役顺序等。但有的地方不设役首。②役户按年月顺序轮流充当都保正、副都保正、保长或户长，义役田均给保正、保长或户长，收取租课，以供服役费用。③一都或一甲全体人户按户等高低割田或捐粮、钱，置义役田庄。有时地方官府亦买田支助。有的地区只由乡户自行按户等商定服役顺序，不置义役田；有的地区则集资雇人代役。④有些地区在义役田租课有剩余时，则另置新田，将旧田归还原主，义役大都由乡村上户把持，实际上减轻了上户的负担。原来役轻或无役的中下户，在上户勒索敲诈之下，加以吏胥的阻挠和破坏，负担增重，以至破家荡产，因而义役成为“不义之役”。

【经总制钱】

宋代杂税经制钱和总制钱的合称。经制钱始于宣和四年（1122），系经制江淮荆浙福建七路诸司财计（简称经制使）陈遘所创，故名。靖康初（1126）废，建炎三年（1129）恢复，并固定其名色为权添酒钱、量添卖糟钱、人户典卖田宅增添牙税钱（每贯增收二十文）、官员等请奉头子钱（每贯收二十三文，续有增加，后固定为五十六文）、楼店务添收三分房钱等。此所谓辗转取积于细微之间，以助军费。绍兴五年（1135），孟庾提领措置财用，称总制司，又创总制钱。其名色更为细微，计有转运司移用钱、勘合朱墨钱、出卖系官田舍钱、人户典卖田宅牛畜等于赦限内陈首投税印契税钱、进献贴纳钱、人户典卖田业收纳得产人勘合钱、常平司七分钱、茶盐司袋息钱、装运司代发斛斗钱、收纳系省钱物头子钱、官户不减半民户增三分役钱、二税畸零剩数折纳价钱、免役一分宽剩钱等。经总制钱一部分属增税，一部分则属移用某些财政专款改充经总制“窠名”。经制钱和总制钱两者皆先桩管于各州，每季起发赴行在。成为南宋财政上重要收入。由于经总制钱岁无常入而有常额，额一不登，必然巧立名目横敛，使民间受害。

【身丁钱】

宋代赋税名。男子年二十或二十一成丁，六十为老。人户每岁按丁输纳钱

米或绢，总称身丁钱。在四川以外的南方各路征收，不分主户、客户，均须负担。其中多数为五代割据政权在两税之外所创立。税额各不相同，如宋初，睦州每丁纳钱六百九十五文，处州五百九十四文，温州、台州两百五十文，苏州两百文，福州一百文；漳州纳米八斗八升八合，泉州、兴化军七斗五升；两广纳钱数百，输米一石。

大中祥符四年（1011），两浙、福建、荆湖、广南六路诸州身丁钱，岁凡四十五万零四百贯，诏悉除之。福州原有夏税及身丁钱共两万九千七百四十四贯，经此蠲放，只留下夏税七千零六十九贯，身丁钱超过夏税三倍以上。但如广南东、西路多征丁米，福建路漳、泉州、兴化军（今福建莆田）丁钱先曾折米，仍然依前科纳，如两浙路身丁钱虽曾放免，而丁盐钱继续保留，几经演变，又径称身丁钱；如湖北路，在宋金战火之余，竟有以丁定田税的。故南宋一代，身丁钱仍极普遍。绍兴十四年（1144），湖南路道州（今湖南道县）、永州（今湖南零陵）、郴州（今湖南郴县）、桂阳军、衡州茶陵县身丁钱绢米麦，尽予除放。建炎三年（1129），两浙身丁钱额，岁为绢二十四万匹，绵一百万两，钱二十万缗。开禧二年（1206）以后，也永远免除。广南诸州田税不足，赖身丁钱米以补常赋，往往年才十二三，身未成丁，便行科纳，谓之挂丁钱。其身丁钱米，直至南宋末，未见有蠲放记载。

【二税户】

辽、金户籍名称之一。辽代头下军州所属的人户，具有既依附于领主，又从属于国家的两重性质。头下人户在缴纳赋税时，既“输租于官，且纳课给其主”，故称为二税户。凡官位九品之下及井邑商贾之家，征税各归头下，唯酒税课纳上京盐铁司。辽代的皇帝、贵族迷信佛教，经常把民户或所属人户作为施舍，大量赐送给寺院。这些民户所应纳的赋税，一半输寺，一半输官。因此，他们也同称为二税户或寺院二税户，两种二税户的负担各不相同。辽亡，头下军州制已不存在，头下的二税户也随之消失；唯寺院二税户的名目仍为金所继承。在辽金之际的混乱局势中，寺院多隐匿实情，把这些人户抑为低贱的奴婢户役使，以致诉讼屡起。金世宗大定二年（1162），政府规定将这种二税户之能提出证件者放免为民。二十九年，金章宗完颜璟即位，又遣使分括北路及中都路二税户，“凡无凭验，其主自言之者；及因通检而知之者，其税半输官，半输主。而有凭验者悉放为民”。据记载，这次北京等路所免二税户凡一千七百余户，一万三千九百余口。

【主户】

宋代户口中的一类。凡属有常产的税户，都划为主户。其中一小部分居住于城镇，称为坊郭主户，根据房产等的多少区分为十等。乡村主户根据常产的多少划分为五等。第一、二、三等户也称上三等户或上户。一等户一般占田三、四顷以上，多至数十、百顷，南宋晚期的民户有的收租达到百万斛。他们同部分官户及坊郭户中的大商人组成大地主阶层。第二、三等户，也称中户，占田一般自一顷到三四顷之间，属中小地主

阶层。在宋代，整个地主阶级约占总人口不过百分之六七，但所占有的土地，约占全部垦田的百分之五十或六七十。而其中占总人口不过千分之二三的大地主，占田达全部垦田的百分之四五十左右。被称为下户的第四、五等户和客户，为农民阶级。其中，第四等户以及部分三等户，一般占田三四十亩至五七十亩，属于自耕农民阶层，较为富裕的则属于自耕农民上层或富农。第五等户占田一二亩至二三十亩，所纳税钱在五百文以下，他们当中的大多数靠租佃部分土地为生，构成半自耕农民阶层。在宋代，自耕农民、半自耕农民约占总人口百分之五十左右，而所占土地仅占全部垦田的百分之三四十。按照国家规定，根据占田多少、户等高低承担国家的赋役；占田越多、户等越高，承担的赋役也就越重。可是由于大地主隐田漏税，规避差役，大部分赋役落在中下层地主，特别是广大自耕农民、半自耕农民身上。因此，自北宋晚期到南宋，中下户的产业日益缩小，其中不少第五等户变成了没有产业却承担赋税的无产税户，而大地主阶层则在土地兼并过程中更加膨胀起来。

【坊郭户】

唐代以来即称城市居民为坊郭户。宋代坊郭户包括居住在州、府、县城和镇市的人户，以及部分居住在州、县近郊新的居民区——草市的人户。宋朝依据有无房产，将坊郭户分成主户和客户，又依据财产或房产的多少，将坊郭户分成十等。坊郭上户中有地主、商人、地主兼商人、富有的房产主等，坊郭下户中有小商小贩、手工业者、贫苦秀才等。按宋朝法律规定，坊郭户须承担劳役，缴纳屋税、地税等赋税。由于统治中心设在城市，官府对坊郭户的临时摊派“科配”，也往往比乡村户为多。

【官户】

唐朝和金朝称某些官府奴婢为官户；宋朝的官户是指品官之家，即一品至九品的官员之家。官僚的子孙以恩荫入仕，即使得低级小官，也算官户；而通过出钱或纳粟买官入仕者，则自正七品以上，才算官户。官户以外的全部人户，都称民户。

官户约占宋朝总户数的千分之一二。在法律上，官户也和民户中的主户一样，依财产多少划分户等，并缴纳两税和各种赋税，但官户可以免除大部分差役，有时也可免除无定时、无定量、无定类的科配。在触犯刑法时，官户按不同品级有议、请、减、赎等特权。中高级官员有荫补权，其子弟、亲戚、门客等不经科举考试，即可入仕当官。各级官员还享有朝廷颁赐的俸禄，这是许多官户的一项重要收入，特别是高级官员，各种名目的俸禄收入非常优厚。宋朝对官户也规定了一些禁约，如禁止地方官在所任州县拥有田产，禁止经营场务、河渡、坑冶等等。官户一般都是官僚地主，很多官户还兼营商业，形成地主、官僚和商人三位一体。他们利用特权，兼并土地，隐产逃税，放高利贷，牟取商业暴利等。官户作为宋朝地主阶级当权派的上层，与广大农民和其他劳动者处于尖锐对立的地位。

【形势户】

唐五代，已出现“形势”一词，用以指地方上有势力的豪富之家。宋朝的形势户包括官户和充当州县衙门的公吏、乡里基层政权头目的上户。其中官户占少数，吏户占多数。与形势户相对称的平户，则包括形势户以外的全部人户。形势户是宋朝封建统治的基础，宋皇朝依靠形势户管理国家，统治人民。在法律上，形势户中的吏户没有特定的权利。但是，形势户依仗当官作吏的权势，为非作恶，却是史不绝书。宋朝对形势户在纳税、租佃官田、向官仓出售粮食等方面定有禁约。北宋初，在各州府专设“形势版簿”，南宋时又改为在税租簿上用朱笔标明“形势”两字。规定形势户比平户须早半月纳税，如拒不纳税，要加重刑罚。

【通检推排】

金代清查人户的人口、驱奴、土地、车马、资财，核定其财产总额的制度。据以征收物力钱（财产税），并排定户等，征发差役。金初对人户三年一籍。金世宗完颜雍大定四年（1164），以贫富变更，赋役不均，始行通检，分遣泰宁军节度使张弘信等十三人（一说二十四人）分路通检天下物力。由于标准不一，一些官吏又以苛酷多取为功，因而出现诸路不均，百姓无法承受的弊害。金世宗在次年发布了“通检地土等第税法”，使轻重不均的现象有所改善。十五年，世宗又命济南尹梁肃等二十六人分路推排。推排在手续上较通检简化。二十年底，在猛安谋克人户内也开始进行推排，先自中都路起，然后于二十二年八月在外路推行，办法是“集耆老推贫富，验土地、牛具、奴婢之数，分为上、中、下三等”。大定二十六年又分路推排，总计全国物力钱约为三百余万贯。其后，金章宗完颜璟泰和八年（1208）又进行过全国性的推排。此外，在一些受水灾和兵荒的地区又往往随时遣官推排，以济贫乏。这一制度的实行，虽不免有官吏苛增物力，为害百姓的事，但对均平赋役仍然有一定的积极作用。

【科差】

元朝赋税名目之一。包括三项：①丝料。窝阔台汗灭金后，在1236年将北方原金统治区居民分封给诸王、贵族和功臣，规定居民每二户出丝一斤输于官，每五户出丝一斤输于本投下。元世祖忽必烈即位后，改为每二户出丝二斤输于官，每五户出丝二斤输于本投下，合计每户每年出丝料一斤六两四钱（按一斤十六两计算），称二五户丝，其中交给各投下的称为五户丝。凡不曾分拨与各投下的居民，也要交一斤六两四钱丝，全数归官府收受。诸投下应得五户丝，原来可以直接派人去分封地征取，流弊极大。忽必烈即位后，下令二五户丝全部上缴国库，每岁令各投下差人到中书省验数关支。②包银。金朝灭亡前后，河北、山东军阀林立，对人民肆意掠夺，赋税名目极多，毫无限制。真定军阀史氏对此加以改革，将各项赋税合而为一，统一征收，称为包银，以后其他各地军阀也相继施行。1251年，蒙古国定汉地包银额为每户六两，各地地方长官提出

异议，改为四两，并许一半折输他物。忽必烈即位后，推行钞法（见钞）。包银改为以钞输纳，每户钞四两。当时发行的中统钞二两（贯）同白银一两，所以实际上比原额减低了一半。元代纸币不断贬值，政府根据白银与纸币比值的变化而对包银额加以调整。延祐七年（1320），又在江南征收包银，对象是商人和回回人户，每户银二两，折合至元钞十贯（等于中统钞五十贯），可以推知北方包银也应改为同样数额。江南包银在至治二年（1322）即停征。③俸钞。蒙古政权统治下各级官吏并无俸禄，都以克剥人民为事。忽必烈即位后，始定官吏俸禄。至元四年（1267），令缴纳包银的民户每四两增纳中统钞一两，称为俸钞，专作官吏俸禄之用。俸钞实际上是包银的一部分，所以一般记载只说科差包括丝料、包银两项。

负担科差的主要是民户，还有医户、猎户等，军、站、僧、道、儒等户均免征。民户中根据交纳科差种类、数量的区别和隶属关系的不同，又有各种不同的名目。在各类户中，包银、丝料“俱各验贫富品答均科”。也就是说，每户的定额只是一个平均数，实际上则是按各户贫富不等、户等高低而分别摊派不同的数额。据至元四年统计，科差所入丝一百零九万六千四百八十九斤，钞七万八千一百二十六锭（一锭五十两）。

窝阔台汗在1236年曾宣布“依仿唐租庸调之法”，来制定赋税制度。元代有人说：“包银，谓民纳钞，包以充差发，即古之庸也。丝线，亦差发，古之调也。”元代北方的赋税制度与前代的租庸调制是有密切关系的，科差（包银、丝料）就是庸调的继续，另一项赋税名目税粮则是租。但唐代租庸调以人丁为本，元代的科差则以户为本（税粮仍以人丁为本），而且收丝不收布，反映了北方家庭养蚕业的发达，这是两者不同的地方。

【税粮】

元朝主要赋税项目之一。以征收粮食为主，故得此名。其征收办法，南、北不同。北方的税粮分为丁税、地税，因户而异。大体有以下几种情况：①工匠、僧道、也里可温、答失蛮、儒人等户，都是“验地”（按占有的地亩数）缴纳地税，每亩三升。②军户、站户占有土地四顷以内的可以免税，四顷以上要按亩纳地税。③民户、官吏、商贾等“验丁”纳丁税。成丁的年龄估计是十五岁。丁税每丁粟两石，驱丁（即驱口）减半。凡当丁税者不纳地税，反之，当地税者也不纳丁税。但是，由于前两类户与后一类户之间，互相买卖土地，以致发生纳税混乱。常常有一户同时负担丁税和地税的情形。南方的税粮分为夏、秋两税。秋税按亩征粮，税额没有统一的标准，各地区差别很大，同一地区内也因土地好坏分很多等级，有的低至一两升，有的高达两三斗。夏税征收的办法各地不一，有的地方征收粮食和丝、绵、布等实物，有的地区则征收货币（钞）。据某些地区资料估算，夏税约当秋粮的一半。元朝统一江南之初，只在江东、浙西征收夏税。元贞二年（1296）起，在浙东、福建、湖广等地征收夏税，后来江西也征收夏税。元代江南夏、秋两税的税额是沿袭宋代的，但在延祐七年（1320）政府下令每斗添

加两升，即增收百分之二十。

在征收税粮时，无论南北，都要加收鼠耗、分例。按规定，每石税粮加征七升。各级官吏还常与地方上豪强地主相互勾结，巧立名目，进行剥削，因此，一般百姓的税粮负担要比法定数额大得多。有的每石外加五斗，有时甚至一石税粮实际要交三石之多。

【延祐经理】

元仁宗延祐年间在江南地区查勘田粮的行动。经理，即查核田土顷亩、理算租税钱粮。当时江南富豪和诸王、寺观等大量隐占官、民田产，强者田多税少，弱者产去税存，赋役不均，严重影响政府的财政收入。延祐元年（1314），为检括漏隐田产，追征税赋，增加财源，元仁宗爱育黎拔力八达采纳中书平章政事章闾（一作张驴）的建议，分别派章闾、你咱马丁、陈士英等往江浙、江西、河南三省经理，命行御史台分台镇遏，枢密院以军防护。其法：出旁示民，限四十日内赴宙府申报本户所有田土亩数，重新登记，作为征收租税的依据；如有欺隐，许知情者告发，依法论罪。由于各级官吏贪刻，且与地方富豪互相勾结，延祐经理成了流毒三省的一项暴政，至有逼死人命及拆毁民屋、发掘民墓以虚张顷亩之事。江西经理田粮，赣州一路受害最深。延祐二年四月，宁都州民蔡五九聚众起兵，七月间两次包围州城。八月初元军破围蔡五九退入山中称王。不久，元军袭破其所据守的山洞。蔡五九移兵攻汀州路宁化县，福建震动。九月，江浙、江西两省元军合力剿捕，擒杀蔡五九于石城（今属江西），起义失败。同年，仁宗被迫下诏，凡在三省经理中查出的漏隐田土，免征租税三年。五年，又下诏罢河南新括民田，依旧例输税；江西部分地区，因民众反抗，亦曾诏免新税。但实际上，许多地方都以这次经理确定的田土亩积登人籍册，作为征收赋税的依据。后来所谓“尽革虚增之数”，只是封建史家的滥美之辞。

【站户】

元朝户籍名称之一。因政府签发部分人户专门承担站役，故得此名。元朝为了“通达边情，布宣政令”，在全国范围内建立了周密的站赤系统。站有水、陆之分，水道用船，陆道以马、牛、狗等作交通工具，故又有船站户、马站户、牛站户、狗站户等名称。各种站中以马站为最普通，马站户的数量也最多。据统计，全国驿站共有一千五百余处，以每站平均二百户计，站户约达三十余万户，实际数字可能更高。

站户承担的站役主要包括三个方面：①陆站站户养马、牛、狗等，水站站户则备船；②马站出马夫，称为兀剌赤，水站出船夫；③部分站户需向过往人员供应首思（原义为汤汁，元代以此指驿站过往人员的饮食分例）。江淮以北农业区的站户，大致平均四户养马一匹，每户可免四顷土地的地税，江淮以南对养马户数没有限制，但规定同养一匹马的诸户总共可免税粮七十石。站马来源不一，有的由国家出钱购买，发给站户饲养应役；有的由驿站所在地区诸色户计共同出资购买，发给站户；有的则由站户自行购置。不管来源如何，一旦倒毙，都由站户赔补。站户除可以免税的

田亩税粮之外，其余部分仍须纳税。供应首思的站户可以免除和雇、和买、杂泛差役，有一部分地区的站赤由官府供应首思，这些站赤的站户与民户一样承当和雇、和买、杂泛差役。牛站户、狗站户和船站户的情况与马站户差不多。

站赤是当时最便利的交通体系。元朝政府规定，只有军政事务才许乘驿，而且必须持有铺马圣旨或圆牌，作为凭证。但是王公贵族、上层僧侣和各级官吏纷纷巧立名目，乞求铺马圣旨和圆牌，任意乘驿。站道上往来人员日益增多，站马因使用过度不断倒毙，马夫疲于奔命，首思供应不断加多，站户的负担愈来愈重。牛、狗、船等各站户的负担也是一样。再加上站官多方勒索，站户中的富户又与官吏相互勾结，逃避站役，把负担转嫁给一般站户，因而站户日益贫困化，许多人被迫逃亡。为了防止站赤制度废弛，元朝政府采取了一些措施，如发放救济物资，限制铺马圣旨和圆牌的使用，重新签发站户进行补充等，但是效果都很有限。元代后期，站户消乏和逃亡已成严重问题，站赤的运行受到很大影响。

【怯怜口】

蒙古和元朝皇室、诸王、贵族的私属人口。元代徐元瑞《习吏幼学指南》说："怯怜口，谓自家人也。"郑麟趾《高丽史·印侯传》说："怯怜口，华言私属人也。"最初，怯怜口是草原部落贵族的僮仆，类似突厥语部落的 ew－orlan（家中儿郎）。随着蒙古的兴起和元朝的建立，皇室、诸王、贵族通过虏获、分封、招收、影占等办法，占有一大批人户，特别是各种工匠，作为私属人户，称之为怯怜口。一般情况下，这些怯怜口不承担国家赋役，专为领主服役，大都从事手工造作和农耕、放牧，也有人作怯薛、校尉、鹰房捕猎户。皇室、诸王投下经常收集放良、析居人户和还俗僧道为怯怜口。在官府军役、科差繁重，不堪负担的时候，有些军户和农户还投奔诸王投下，充当怯怜口，躲避赋役重担。这就引起朝廷和投下之间对户口的争夺。元廷曾经多次下令禁止军民任意投奔各投下充当怯怜口，但始终不能彻底禁断。各斡耳朵和投下有各自的怯怜口人匠总管府或提举司，管理私属人户。元文宗至顺元年（1330），仅累朝斡耳朵直接役使的媵臣怯怜口就达万人之多。元廷不止一次对皇室、诸王的怯怜口颁发赏银和进行赈济。怯怜口的生活有时比一般民户还有某种程度的保障。怯怜口不是一个阶级，其中包括官宦、卫士、富人，更多的是穷苦劳动者。在元代，怯怜口实际上成了一种户籍名称，即不受国家控制的私属人户。

【驱口】

原意为"被俘获驱使之人"，即战争中被俘强逼为奴、供人驱使的人。驱口一词始见于金代。蒙古灭金过程中，掠民为奴的现象非常严重。据记载，窝阔台灭金后，贵族、将校所得驱口，约当原金统治区残存人口的一半。在蒙古灭南宋的战争中，掠民为驱尽管程度有所减轻，但仍相当普遍。元朝统一全国后，以战俘为驱口的现象显著减少，在镇压人民起义过程中仍有掠民为驱的现象。后来，驱口成了奴婢的通称。直至

明代初期还有个别驱口的记载，但此后不久便逐渐消失。

元代驱口的总数缺乏统计，但从各种记载来看，为数是相当多的，北方更多。宫廷和官府都占有大批驱口，称为官户、监户等。贵族、官僚占有驱口的数字是很惊人的，如忽必烈宠臣阿合马拥有驱口七千。侍卫亲军都指挥使李伯祐家有驱口三千。驱口主要被用于家内服役，用于农牧业、手工业生产的情况也屡见不鲜。许多使长（驱口所有者）过着不劳而获的生活，生产、家事完全由驱口经营。但是，无论在南、北方的农业中，主要劳动者还是农民（自耕农和佃农），驱口只占次要地位。驱口在手工业中所占比重也不大。

元代法律规定，驱口属于贱人，与钱、物同，是主人财产的一部分。使长对驱口有人身占有权利，可以任意转卖，在大都和上都等城市中设有人市，买卖驱口。大都人市在元代中期废止。驱口本人以及子女的婚配，都要由使长作主。有的驱口得到允许可以自立门户，但使长可以用各种借口抄没他们积蓄的财产。法律禁止良贱通婚，但使长强奸奴妻者无罪。蒙古统治北方之初，使长可以任意杀害驱口。元朝建立后，这种情况受到一定限制，使长杀死无罪驱奴要受到法律的一定制裁，但实际上这种限制所起作用不大。至于使长对驱口施加各种刑罚，更是很普通的事。驱口只有通过赎身才能摆脱贱人的身份，成为良人。赎身的费用通常要相当于或大于该驱口终身劳动所创造的价值，对于绝大多数驱口来说，赎身是根本不可能的。就是少数侥幸得以赎身的驱口，脱离奴籍之后，一般仍需与使长保持一定依附关系，如军户的驱口赎身后就成为该军户的贴户，津助军役。而且使长也总是千方百计设法将他们重新抑逼为奴。

驱口所受压迫较之一般劳动者更加惨重，因而引起各种形式的反抗。金末山东红袄军起义，就有驱口参加。蒙古时期和元代经常发生驱口逃亡事件。14世纪初期，在一个下层僧侣鼓动下，北方许多从江南被掳而来的驱口，带着妻子儿女，纷纷逃回故乡，用船筏偷渡过黄河、长江。当使长赶来追捕时，他们群起抵抗，夺回被捉获的其他驱口。这次声势浩大的驱口反抗事件，使元朝统治者大为震动。在元末农民战争中，许多驱口也纷纷参加起义，向他们的使长展开斗争。

【斡脱】

（ortoq）蒙古语 ortoq（突厥语 ortaq，意为合伙）的音译，蒙古和元朝经营高利贷商业的官商。徐元瑞《习吏幼学指南》说：“斡脱，谓转运官钱，散本求利之名也。”又称斡脱为“见赍圣旨、令旨，随处做买卖之人”。从成吉思汗时期起，蒙古贵族就提供本银，委托中亚木速蛮商人经营商业，发放高利贷，从中坐收高额息银。当时这种官商有“黄金绳缆”之称。大汗以及诸王、公主、后妃，都各自设置斡脱，获取巨利。斡脱经营的商品中很大一部分是金银珠宝、名贵皮毛、金锦罗缎等供皇室和贵室享用的奢侈品。蒙古初期，高利贷的年息是百分之百，次年息转为本，又复生息，一锭银十年之后竟能本利共合一千零二十四锭。这种掠夺性盘剥当时称为“羊羔息”。蒙古汗廷曾经规定，

斡脱被偷盗或抢劫而一年之内不能破案，由当地居民代偿，如不及时赔偿，就作为债务，迫令纳“羊羔息”。斡脱钱债使许多民户甚至一些地方官吏破产，陷人典卖妻孥还不足以偿债的境地，造成严重的社会问题。1240年，窝阔台汗不得不下诏以官府钱物代还民户和官吏欠下的斡脱钱债，总值达七万六千锭。同时取消各地官民代偿斡脱失盗损失的规定。根据耶律楚材的建议，规定钱债“子母相侔，更不生息”，即不论欠债多久，全部利息最终不得超过本银的百分之百。蒙哥汗时期，曾令孛阑合剌孙专掌斡脱。

入元以后，皇室、妃主、诸王的斡脱不断发展。政府为持有圣旨、令旨的官商专立户籍，称为斡脱户。元世祖时，前后曾设诸位斡脱总管府（至元四年，1267）、斡脱所（至元九年）、斡脱总管府（至元二十年）等机构，掌管斡脱事务。尽管由于某些朝臣一再陈述斡脱扰民害政，曾经暂时废止斡脱机构，但斡脱高利贷商业是元朝官府、皇室和诸王妃剥削收入的重要来源，不久便恢复，而且扩大了经营范围和权限。斡脱贸易还发展到远洋海外。在地方，元政府也前后设有斡脱局、斡脱府等官衙。

斡脱商人向元廷和诸王不断贡献奇珍异宝和大批钱物，从而得到特殊庇护。元政府为斡脱提供了种种特权。这些官商手持圣旨、令旨，可以使用驿站铺马（见站赤），官给饮食。他们或携带军器，或有官军护卫。货物可以减免课税。行船鸣锣击鼓，不依河道开闸时间，强行通过，动辄殴打守闸人员。办买盐引，欺侮仓官。斡脱商人还假公济私，夹带私人资金，营运牟利，发额外横财。斡脱户常常不当差役，与僧、道、也里可温、答失蛮等神职人员享受同等或类似的优待。

追征斡脱钱债，对居民为害很大。如果负债人无力偿还，便籍没财产，甚至断没妻子儿女。大德六年（1302），札忽儿真妃子、念不列大王派人在杭州路追征钱债，并无负债人花名和欠债钱数，只指出三个债务人的名字，这三人转而把一百四十余户人家都说成债户，空口无凭，强行追索，造成很大骚扰。这类事屡次发生，以致元政府不得不下令制止。由于斡脱钱债导致许多人户破产，危及元朝统治秩序，元廷也曾下令免除某些居民的债务。但在有元一代，斡脱高利贷商业的盘剥始终是官府、皇室和诸王榨取人民膏血的手段之一，也是造成元代尖锐社会矛盾的根源之一。

由于译音无定字，斡耳朵也间或译写成“斡脱”，突厥——蒙古语中敬酒套语（请用），也译写为“斡脱”。

【勋贵庄田】

明代因授爵而拨赐的庄田，时称“给爵”。勋贵指勋臣（武将功臣）和贵戚（皇亲国戚），即所谓异姓贵族。有明一代，除李善长和刘基因为在奠定朱明皇朝的基业中，具有特殊建树而分别封公、伯外，其他文臣即使有大功勋也不封爵。贵戚中，皇后的父亲一般封侯，兄弟一般封伯，凡有封爵的勋贵都享有皇帝赐给的田土和佃种人户，但其爵位低于王爵，而且是异姓，故其庄田数量也少于王府庄田。

勋贵庄田的来源，除皇帝拨赐外，

也有奏讨的庄田、占夺的民田、霸佃的官田等。洪武三年（1370）大封功臣，赐勋臣田，受封功臣计有六公、二十八侯、二伯。赐给这些公侯的佃户是三万八千一百九十四户。其中赐给李善长的即有一千五百家。以一户佃种土地十亩计，赐田数量当在四万顷左右。此外还有额外奏讨、受纳投献和抑买占夺的土地。由于勋贵的家人奴仆多倚势干禁，侵夺田土，明太祖朱元璋于洪武五年六月铸公侯铁榜。申诫公侯：不得强占官民山场、湖泊、茶园、芦荡及金银铜场、铁冶；其屯田佃户、管庄干办、火者、奴仆及其亲属，不得倚势凌民，夺侵田产财物；不许收纳为避差徭而欲私托门下者；不许虚钱实契侵夺民人房屋孳畜；不许受诸人田土及投献的物业；不许管庄人等在乡欺殴人民。二十三年又令礼部编《稽制录》，严禁公侯潜奢逾制，有的公侯惧怕诛戮，交还给爵地。二十五年又尽收赐田归官，公侯止给岁禄。在胡惟庸案和蓝玉案中，开国功臣被杀戮殆尽，尚未归官的赐田，也都被籍没。

洪武之后，钦赐功臣田土之事少见，辅佐明成祖朱棣取得天下的功臣淇国公丘福、成国公朱能都没有赐田的记载。此后的勋贵庄田的来源多是占夺，名曰"自置者"。在内地多占夺民人纳粮当差的田土；在北方九边，则占夺军屯土地和民田。宣宗而后，滥赐勋贵庄田，受恩眷的主要是外戚、公主、驸马和太监。佃种勋贵庄田的农民，除钦赐者外，还有私自役占的官军、隐占的逃亡人户、投为门下的人户、召募的人户等，称"佃户"，也有"庄户"或"庄民"等名称。

【皇庄】

明朝皇室直接经营的庄田。一说始于永乐年间（1403～1424），另说始于天顺八年（1484）。武宗时急剧发展，他即位后一月之间，就增皇庄七处，后又增至三十多处。

皇庄的分布，主要集中在北直隶的顺天等八府。尤以顺天、保定、河间等府为最多。

明代皇庄除皇帝庄田外，还有皇太后及皇太子庄田。皇帝的庄田是由皇帝委派太监经营的"自行管业"的土地。收入的皇庄子粒或皇庄子粒银，都由管庄太监直接掌管，由宫廷自行支配。皇太后的庄田又名宫庄。在明代史籍中大多称为仁寿、清宁、未央三宫庄田。每年所收子粒银称三宫子粒银。所占土地数量亦相当多。皇太子庄田即东宫庄田。天顺三年，英宗将昌平县汤山庄、三河县白塔庄、朝阳门外四号厂官庄赐给东宫（即后来的宪宗）。宪宗时也赐太子东宫庄田，计五庄。

皇庄土地来源较多。其中主要有原属国家官由的牧马草厂地，夺还勋戚的庄田，侵占的民田，"奸民"向管庄太监投献的部分官民田地，未就藩的王府辞还地等。皇庄所占土地的数目无完整记载。弘治二年（1489）户部尚书李敏言，畿内之地，皇庄有五，共地一万二千八百余顷。正德九年（1514）所设皇庄，占地达三万七千五百余顷。皇庄内部的管理人员大多由宫廷直接委派管庄太监管理，另有官校、庄头、家人等数十人。管庄太监倚仗权势，对农民进行残酷剥削，引起京畿地区农民的不断反

抗。正德五年，由于保定诸府有人妄指民田献为皇庄，致农民冤声撼野，甚至殴州县吏不得行。

嘉靖以后，明世宗派夏言查勘皇庄后，将一部分皇庄改称官地，同时还撤回自行管业的皇庄管庄人员，由户部派州县官取代，即“有司代管”。但实际上由太监征收皇庄子粒或皇庄子粒银的办法，一直维持至明末，未见改变。

【王府庄田】

明代各亲王王府的庄田。明朝祖制，皇帝嫡长子例封皇太子，继承皇位；其余诸子封王，又称亲王。诸王享有禄米岁万石（初为五万石）。又给与护卫和牧马草场，使其布列各地，尤其是北方及西南的少数民族地区，以屏藩皇室，故俗称藩王。

明初无藩王之国没有拨赐田土的记载，但他们可以役使人民开垦朝廷赐给的牧马草场及废壤河滩。开垦之地，即形成庄田，征收籽粒。朝廷给赐亲王田园，作为庄田，始自宣宗。洪熙元年（1425）宣宗叔父、赵王高燧之国彰德府时，宣宗曾赐给田园八十顷。此后亲王就藩，辄奏讨庄田，且数量越来越多。明神宗朱翊钧时，潞王翊镠于万历十七年（1589）之国卫辉府，拨赐庄田多达四万顷。万历四十二年福王朱常洵之国河南府，也如数乞请。河南田土不足，乃坐派山东湖广协济，且以“零芜地”易良田以给之。王府庄田地土的来源除“钦赐”外，还有：①奏讨，即指某处田土为荒闲地，具奏请乞，据为己有。洪武永乐间，北直隶、山东、河南等处多抛荒地，曾命人民开垦永不起科，永远管业，但亲王以“未税地”、“无粮白地”名色奏讨管业，皇帝也照例允准。由永不起科地，又至于奏讨民人世业田地，福王的庄田“尺寸皆夺之民间”，是最突出的一例。②受纳投献。亲王们受纳投献而获得的田土有民田、民人起科地、租地、军民祖业征粮地、民种淤地、湖地、空闲地、官地、民间公共祖坟山地等名目。投献之人既有企图借王府之力以自丰殖的奸诈之徒，也有为朝廷赋役所困而不得已献出田地脱避差役的农民。③侵夺。民人因水旱饥荒、粮差繁重、势要欺凌、钱债所迫等，往往被迫出卖田土，王府则乘人之危，抑价勒买，且拒绝过割差粮，夺田侵税，名曰“买置”。佃种庄田者称庄民，俗称佃户。其主要来源为钦赐和奏讨土地的原田主，随着自己的土地被赐与王府，他们也成为王府佃户，此即“钦赐佃户”或“原隶佃户”。另外还有无以为生的贫民自动应募和民人为赋役所累逃亡投充而成为佃户的。

明制，王府亲王的嫡长子继位为王，其他诸子则封郡王。洪武五年（1372）规定，郡王诸子年及十五，人赐田六十顷。二十八年拨赐的土地减为十六顷。此数虽较原额为少，但仍不失为一个大庄主。郡王之下的为镇国将军也有赐田。有明一代，皇诸子受封为王的有六十二人，建藩就国的有五十人。其庄田和庄民（佃户）不隶有司册籍，故庄田顷亩和庄民数量，不可确知。

【烧造】

专供官府和宫廷之用的砖瓦和陶

瓷器皿的制造。明代官营烧造事务。砖瓦隶工部营缮司，陶瓷隶工部虞衡司。

砖瓦烧造，洪武二十六年（1393）定，凡南京营造需用砖瓦，每年于聚宝山置官窑烧造。永乐初，营建北京，工部设临清砖厂、琉璃厂（在今北京市和平门外）、黑窑厂（在今北京市左安门外）等官窑，分别烧造城砖、琉璃瓦和一般砖瓦。临清厂每年派遣白城砖一百万块，斧刃砖四十万块。每块白城砖，工部发给价银二分四厘，斧刃砖每块一分二厘。此外，河南、山东以及北直隶河间诸府均于运河沿岸建窑烧砖。工部派管造官常驻临清、直隶、山东、河南军卫州县有窑座处统辖。明中期以后，宫殿营建最繁。近京及南直隶苏州等处皆建有砖厂。苏州窑烧造二尺、一尺七寸两种型号的细料方砖。应天、池州、太平、苏州、松江、常州、镇江各府，每逢派遣城砖，便派官于苏州府地方立窑募夫，选拔技术熟练匠作烧造。嘉靖九年（1530），以大工紧急，所需砖除南直隶军府照旧烧造外，又命河南、山东、北直隶等司府一律征收砖价。辟临清有窑处所，召商烧造。万历二年，武清县自立窑座，分造城砖，每年三十万块，每块给价银二分二厘。

陶瓷方面，宋元时代为宫廷烧造瓷器的著名窑场——定、磁、钧、龙泉和景德镇等窑，入明以后大多仍继续烧遣。宣德和嘉靖年间，河南钧、磁二州，北直隶真定府曲阳县每年烧造供光禄寺使用的瓷缸瓷坛多达五万一千余件；仪真、瓜州二厂也负担有年造酒缸十万个的派遣任务。明代龙泉青瓷称处瓷，明初与景德镇几乎处于同等重要的地位。南北各地官窑中，以景德镇御窑最负盛名（见明代景德镇瓷器）。宋应星在《天工开物·陶埏》中写道："若夫中华四裔，驰名猎取者，皆饶郡浮梁景德镇之产也。"

【松江布】

泛指松江及其附近地区出产的棉布。松江府地处长江下游三角洲，在今上海市境内。宋元之际，棉种自广东、福建向北传播，松江及其邻近地区得风气之先，棉花种植发展很快。元朝元贞年间（1295～1297），松江乌泥泾人黄道婆由崖州（今海南崖县）带回的先进纺织工具和技术，推动了松江地区棉纺织业的发展。经元明两代，棉纺织业普及南北，而松江织造技术尤精，产品行销全国，且远销日本和朝鲜，有"衣被天下"之称。

松江棉布质地优良，世人誉之为松江美布。其三梭棉布幅宽三尺余，紧细如绌，比普通白棉布价格高出一倍以上，成为一方特产。万历四十八年（1620）规定，白棉布一匹折银三钱，三梭布一匹折银达六钱一分。还有一种名为"斜纹布"的高级棉布，精者每匹折银一两，匀细坚洁。这种布采用"经直纬错"的织法，有立体感，史书载"望之如绒"。

松江棉纺织业主要为农家兼营松江农家纺织讲究精敏，农闲所出布匹日以万计，以织助耕。从事纺织的主要是妇女，并有一些城市居民和乡村居民，以棉纺织为主要谋生手段。

【花机】

中国古代织机名称。即手工提花织机之简称。又名花楼机。中国很早就有手工提花法，西汉时已能用提花束综控制上万根经纱，经汉唐时期的发展，至宋元时期，手工织机已经走上定型化，宋人已使用提花机。元人薛景石的木工技术专著《梓人遗制》中所绘“华机子”图，对织机每一零件的尺寸及其安装位置都有规定。明代提花织机的结构更为完善，宋应星在《天工开物》一书中绘有花机全图，并对其结构作了详细说明。花机全长一丈六尺，中间装有调整经线开口位置的部件，即衢盘。其下垂吊衢脚，是使经线回复原位的部件。衢脚以加水磨滑的竹棍制成，共一千八百根，今称纹针。机上有花楼高高突起，是提花机上用人力按花纹样稿控制经线起落的部件。龙袍织机花楼高达一丈五尺。织机的尾部用经轴卷丝。中部垂直置放的两根叠助木，是用来绷紧经线的压木。此外，还有楼门、涩木、老鸦翅、铁铃、眠木牛、称庄等多种部件，十分复杂。花机适于织造复杂的大花纹织物。织作无花纹的素罗，或在软纱上织小花纹时，用一人操作的小机（即腰机），而不用花机。使用花机需两人合作，一人司织，一人“坐立花楼架木上”负责提花。

【潞绌】

明代丝织品中的名贵品种。因产于山西潞安府而得名。其络丝、练线、染色、抛梭，为工颇细。织作纯丽，质地优良，可与苏、杭绌缎比美。潞安府从事织造潞绌的机户很多。长治、高平、潞州卫三处，就曾有纳机一万三千多张。因本地产丝不多，潞绌所用之丝，大部分来自外地。其中有的来自四川保宁府的阆中等县，有的则采用浙江、湖州的湖丝。明朝每十年一次额派织造潞绌四千九百七十四，平均每年约五百匹，每匹价银四两九钱五分。其中长治分造百分之六十二，高平分造百分之三十八。此外，潞绌还销往国内各地。所谓“贡篚互市外，舟车辐辏者，转输于省直，流衍于外夷，号称为利薮”。宣府等城市就有专门出售潞绌的店铺。万历三年（1575）后的十多年中，每年又平均加派一千匹，比原额增加了两倍。由于绌价拖欠赔累，机户纷纷破产。到明末，绌机减至两千多张。清初则只剩二三百张。盛极一时的潞绌业，逐渐衰落下来。

【湖丝】

指浙江湖州府出产的蚕丝。明代湖州盛产蚕丝，质地良好，全国闻名，时人称“丝绵之多之精甲天下”。其中又以产于乡村市镇七里的蚕丝质量最佳，被称为七里丝，在市场上很受欢迎，比一般丝价，每两必贵一分。湖丝有头蚕、二蚕之分。质量以头蚕为上。其细而白者，称为合罗，专为皇帝织造御服所用；稍粗者，称为串五；又粗者，称为肥光。湖州皆产，而独盛于归安（今吴兴）。因为湖丝产量多质量好，故销路甚广。三吴闽越的丝织业取给于湖丝，闻名全国的潞绌亦多依靠湖丝为原料。此外，湖丝还远销日本、南洋

等地。每当蚕丝上市，四方富商大贾都云集湖州购买湖丝，归安东南的菱湖镇是有名的湖丝贸易中心，镇上临水处有不少专门经营湖丝买卖的商店。每当四五月间，乡人卖丝船只沿溪而泊，贸易很盛。

【里甲】

明代社会基层组织。城市中的里又称坊，近城者则称厢。每里人户为一百一十户。洪武三年（1370）始在江南个别地区实行。十四年，经户部尚书范敏倡议，推行于全国城乡。

一里之中多推丁粮较多的十户为里长，其余百户分为十甲，甲设甲首。里长对上级官府负责，管束所属人户，统计本里人户丁产的消长变化，监督人户生产事宜，调理里内民刑纠纷，并以丁粮和财产多寡为序，按赋役黄册排年应役。初期里甲不可挪移。正统六年（1441）规定：排年里长“设有消乏，许于一百十户推丁多粮多者补充”；如里内有死亡绝户，本里又无带管分析人户补充，可从邻里多余人户中拨补。如邻里亦无多余人户，准许同人户至少的里合并。

以里甲为单位编派的徭役称里役或甲役，有正役和杂泛差役两种。里甲正役是里甲人户应当的重要差役。里长和甲首为十年轮役制。每年由里长一名偕同甲首督率一甲十户应役，称“见年”或“当年”。其余九里长及九甲人户在此后九年内轮流应役，称“排年”。里甲正役主要项目是：①征收税粮。税粮包括夏税和秋粮，分别在夏秋两季依地亩由里甲负责催收。若里甲有逃亡人户，税粮照征，由里甲赔纳。②办运上贡物料。《禹贡》有所谓“任土作贡”，历代沿袭，各地方以其物产上贡。明朝天子玉食，军国所需等物料皆责之里甲，科派民间。北方的府、州、县上贡的比较少，南方，尤其是江南地区比较多。如遇派纳的物料非本地所产，里甲人户必须出银购买供办。③支应官府的公用，一些地方衙门中的皂隶、禁子、库子、斗级等均出自里甲，官员们的生活用具，学校生员的用项，乡官的年例礼物、夫役，地方上的乡饮酒礼费用，送生员赴考的路费，为进士和节妇建立牌坊，馈送过往官员，支应驿夫铺陈酒食，甚至刑场上杀人用的木桩石灰，也由民人备办。至于额外需索，以一科十，中饱私囊，更是到处皆是。而由于里长“放富差贫”，导致徭役严重不均。明代中叶后，随着一条鞭法的实行，里甲正役逐渐摊入地亩，折银征收，雇募应役，里甲十年应役之法逐步废弃，里甲逐渐失去其原来对人民的控制作用。

【鱼鳞图册】

为征派赋役而编制的土地登记簿册。以所绘田亩状如鱼鳞而得名，简称鱼鳞册。据文献记载，南宋绍熙元年（1190）漳州等地即开始编制这种图册，在全国范围内普遍推行始于明洪武二年（1369），进入清代后渐废。

洪武元年春，明太祖朱元璋针对两浙富民诡寄田产、逃避赋税之弊，派遣周铸等一百六十四人往浙西核实田亩。并在松江编制鱼鳞图册。二年，又派国子生武淳等分别巡行州县，全面清丈土地，查实田亩，编造土地清册，即鱼鳞

图册。具体办法是：根据各县税粮多少，将一县分为若干区，每区又按土地的自然形态分为若干地段，由粮长率里长、甲首进行丈量，以田地为主，编排字号，详列土地面积地形、四至、土质优劣及上中下等税则。有的图册还有“分庄”一栏，以备土地买卖时粮差过户或父子兄弟析产之用。各州、县、都、里将所辖境内的田地图编在一起，栉比排列，制成鱼鳞总图册。各州县年终统一造册解府汇编成一府总册。图册一式四份，分存于县、府、布政使司、户部。

明代鱼鳞图册，就其所登记的项目而言，已是相当完备的土地登记册。它的编制，使赋役的征收具备了确实根据，多少防止了产去税存或有产无税的弊端，使政府税收有了保证，耕地及税额也有所增长。据洪武十四年统计，全国土地面积是三百六十六万七千七百多顷。到二十四年，增至三百八十七万四千七百多顷，赋税收入仅米麦一项，也由洪武十四年的两千六百一十万余石，增至二十四年的三千二百二十七万余石。鱼鳞图册的编制，对于巩固高度专制主义中央集权国家的经济基础，曾发挥了较大的作用。

但明代中叶后，鱼鳞图册与实际逐渐不相符合，而流为具文。清朝建立后，已名存实亡。

【一条鞭法】

明代中叶后赋役方面的一项重要改革。初名条编，又名类编法、明编法、总编法等。后“编”又作“鞭”，间或用“边”。主要是总括一县之赋役，悉并为一条，即先将赋和役分别合并；再通将一省丁银均一省徭役，每粮一石编银若干，每丁审银若干；最后将役银与赋银合并征收。

一条鞭法改革主要是役法改革，也涉及田赋。明代徭役原有里甲正役、均徭和杂泛差役。其中以里甲为主干，以户为基本单位，户又按丁粮多寡分为三等九则，作为编征差徭的依据。丁指十六至六十岁的合龄男丁，粮指田赋。粮之多寡取决于地亩，因而徭役之中也包含有一部分地亩税。这种徭役制的实行，以自耕农小土地所有制广泛存在及地权相对稳定为条件。明中叶后，土地兼并剧烈，地权高度集中，加以官绅包揽、大户诡寄、徭役日重、农民逃徙，里甲户丁和田额已多不实，政府财政收入减少。针对这种现象，不少人提出改革措施，国家从保证赋役出发，遂逐渐把编征徭役的重心由户丁转向田亩。商品经济的发展，货币作用的上升，也为这一变革创造了条件。

早在宣宗宣德年间（1426～1435）江南出现的征一法，英宗正统年间（1436～1449）江西出现的鼠尾册，英宗天顺（1457～1464）以后东南出现的十段锦法，至成化年间（1465～1487）浙江、广东出现的均平银，弘治年间（1488～1505）福建出现的纲银法，都具有徭役折银向田亩转移的内容。但这些改革只是在少数地区实行。推行全国的一条鞭法是从嘉靖九年（1530）开始的。实行较早的首推赋役繁重的南直隶（约在今江苏、安徽一带）和浙江省，其次为江西、福建、广东和广西，但这时也只限于某些府、州、县，并未普遍实行。由于赋役改革触及官绅地主的经济利益，阻力较大，在开始时期进展较

慢，由嘉靖四十年至穆宗隆庆（1567～1572）的十多年间始逐渐推广。万历初首辅张居正执政时期，经过大规模清丈，才在全国范围推行，进展比较迅速。万历十年（1582）后，西南云、贵和西北陕、甘等偏远地区也相继实行。但即在中原地区，有些州县一直到崇祯年间（1628～1644）才开始实行。这一改革由嘉靖至崇祯，前后历经百年。当时积极主张实行的，中央大吏除桂萼、张居正等人外，嘉靖间有大学士顾鼎臣、御史傅汉臣、吏部尚书霍韬；地方官吏中，嘉靖年间有江南巡抚欧阳必进、应天巡抚欧阳铎、苏州知府王仪、江西巡抚蔡克廉、广东巡抚潘季驯等，而以历任广东、南直隶、浙江等省高级地方官的庞尚鹏，历任应天、江西巡抚的周如斗，以及隆庆间江西巡抚刘克济、应天巡抚海瑞、凤阳巡抚王宗沐等人推行尤力。

一条鞭法的实行，在役银编征方面打破了过去的里甲界限，改为以州县为基本单位，将一州县役银均派于该州县之丁粮。编征时并考虑民户的土地财产及劳动力状况，即所谓“量地计丁”。据隆庆四年（1570）户部奏：江南布政司所属府、州、县各项差徭，通计一岁共用银若干，照依丁粮两项编派，有丁无粮者作为下户，仍纳丁银；有丁有粮者编为中户，丁粮俱多者编为上户，“俱照丁粮并纳”。此经批准“著为定例”。可见“量地计丁”是当时编征役银的基本原则。

一条鞭法执行过程中，各地仅具体做法有很大差异。有的固定丁粮编征的比例，如南直隶江宁、庐州、安庆等府，河南邓州（今河南邓县）和新野等县役银按“丁一粮三”比例编征；陕西白水县役银按“丁六粮四”比例编征；有的固定民每丁、粮每石或地每亩摊征的银额，如江苏嘉定县每丁摊征役银一分、每亩摊征役银七厘七毫，浙江余姚县每丁摊征役银五分、每亩摊征役银四厘，山东曹县每丁摊征役银七分二厘、每大亩摊征役银七分一厘；也有将役银全部摊派于地亩的，如广东始兴县每粮一石带征丁银二钱六分，山东鱼台县将役银均派于税粮。就役银由户丁摊入地亩的比例而言，除明代晚期少数地区将役银全部摊入地亩，户丁不再负担役银者外，可以归纳为以下三类：①以丁为主，以田为辅，以州县为单位，将役银中的小部分摊入地亩，户丁仍承担大部分役银。②按丁田平均分摊役银，即将州县役银的一半摊入地亩，另一半由户丁承担。③以田为主，以丁为辅，即将州县役银中的大部分摊入地亩，其余小部分由户丁承担。

差徭和田赋，对农民来说是两种不同性质的剥削。在未实行一条鞭法以前，差徭之中虽然有一部分摊派于田亩，但所占比重很小。实行一条鞭法后，役银由户丁负担的部分缩小，摊派于田亩的部分增大，国家增派的差徭主要落在土地所有者身上，已初步具有摊丁入地的性质。它不只减少了税目，简化了赋役征收方法，更重要的是赋役性质的变化。这种变化具体反映了两个过渡，一是现物税和现役制向货币税过渡，一是户丁税向土地税过渡。但除少数府州县外，绝大多数地区的人丁还须承担多寡不等的役银，清代实行摊丁入地后，这一过渡才最终完成。

在中国封建社会后期，一条鞭法的出现具有一定历史意义。首先，明代中

叶后，由于官绅地主的剧烈兼并，各里之间的土地多寡日益悬殊，原以里甲为编审单位的徭役制使民户的负担越来越不平均，不少农民破产逃徙。改行一条鞭法后，役银编审单位由里甲扩大为州县，对里别之间民户负担畸轻畸重的现象有一定调节作用，使由赋役问题产生的阶级矛盾暂时缓解，有利于农业生产的发展。其次，明初为保证赋役征发而制定的粮长制和里甲制，对人户实行严格控制，严重限制了人民的行动自由。一条鞭法的实行，使长期以来因徭役制对农民所形成的人身奴役关系有所削弱，农民获得较多的自由。另外，相对明初赋役制而言，一条鞭法较能适应社会经济的发展，对商品生产的发展具有一定促进作用。赋役的货币化，使较多的农村产品投入市场，促使自然经济进一步瓦解，为工商业的进一步发展创造了条件。

由于历史条件的限制，有明一代，一条鞭法未能认真贯彻执行。在已实行的地区，有的地方官府仍逼使农民从事各种徭役；有的额外加赋，条鞭之外更立小条鞭，火耗之外复加秤头；更严重的是借一条鞭法实行加赋，有的地区条鞭原额每亩税银五分，崇祯年间有的加至一钱以上。

【十段锦法】

明代中叶在江南地区实行的赋役改革。全名为十段锦册法，又名十段册法、十段田法、十段丁田、十段粮米、十段均徭、均徭提编、均平提编或提编，名称因地而异。始行于福建，有确切记载的是宪宗成化年间（1465～1487）邵武知府盛颙所进行的改革。嘉靖四十四年（1565）推行于江南。一条鞭法行后渐废，惟云南一直延续到万历朝。这一改革对稳定封建秩序，发展农业生产有一定影响。

明代中叶，江南地区土地兼并剧烈，里甲之间户等相同而贫富悬殊，兼以官绅优免，在赋役方面出现丁粮多者役轻，丁粮少者役重的现象，贫苦民户力不能支，每每破产逃亡。地方官府因此而推行十段锦法，以整顿役法，改革均徭，并清理田赋。其法仍保持明初轮役制，只是在编审之时打破以户为编审单位的界限，而将一州一县应役丁粮分作十段（间有分为五段者），每段丁粮（田）大致相等。一州一县之均徭里甲等役，逐年按段编派，每十年一轮。各府、州、县在具体执行上也有区别，福建按原额丁粮分作十段，江苏常州府将一县田地分作十段，浙江衢州将各县粮米均作十段，云南各州县按丁田分作十段。编审之年，有的将田折丁，但更多的是将丁折田核算。应役之年，将全县银力两差共需银额，编派于一县之丁田，以应力役。轮役之年，此段有余则留供下段；此段不足则预从下段补足。

以此法编审徭役虽人田并计，丁粮兼派，但尤重于田粮，人丁之负担较轻，已具有摊丁入地因素。因各地丁粮、丁田折率不同，人丁徭役负担也有差异。如邵武府各县每丁折粮一石，人丁负担约占全部徭役的20%；武进县（今江苏常州）每丁折田一亩，人丁负担占全部徭役的8.5%。在力差改折银两及按丁粮分别编征徭银方面，十段锦的编审方法与一条鞭法略同，只是尚未与田赋合并征收。

【匠班银】

明代定期当班工匠缴纳的代役银。明代官手工业中的工匠，大都由匠户承担。洪武十九年（1386）法令：工匠以三年为班，轮流到京师服役三个月，如期交代，名曰轮班，二十六年改定为一年至五年五种轮班法。景泰五年（1454）实行全国轮班匠划一为四年一班。服役地点，洪武年间集中在南京，永乐迁都后以北京为重点。轮班匠隶属于工部主管，为工部所属的作坊工场和临时工程供役。班匠除赴京轮班外，也有因特殊制作的需要而存留于本府，执役于织染局和御器厂等处，称存留。轮班、住坐和存留都是一种劳役形式。所提供的劳动都是无偿劳动。工匠每应一班，虽名为三月，实际连同路程往返，往往需六七月，此外还受到官吏与作头的勒索；工匠为服役，常常要借钱物绢帛，甚至典卖田地子女，故消极怠工、粗制滥造或浪费原料，乃至逃亡时有发生，明政府屡禁而不能止。明代中期，随商品生产的发展，货币经济的上升，政府对轮班匠制度进行了改革。

成化二十一年（1485）规定轮班匠可以银代役。凡愿出银者，每月每名南匠出银九钱，北匠出银六钱，不愿者仍旧当班。弘治十八年（1505），规定每班征银一两八钱，遇闰征银二两四钱。嘉靖四年（1525）补充规定，工匠无力者，亦只令上班，不许一概追价类解。八年后令南直隶等处远者纳价，北直隶等处近者当班，各从民便。嘉靖四十一年规定，班匠通行征价类解，不许私行赴部投当。当时各省工匠共十四万二千余人，每年征银六万四千一百多两。此法实行后，官手工业中只剩下存留军民匠一万二千余名，官手工业明显衰落，值班匠只要缴纳匠班税，就可自由经营，不再服役。官府所需产品，越来越依靠市场，从而推动了商品生产的发展。

明朝政府因匠户逃亡严重，改征匠班银，有一定的积极意义，但并不曾真正解除手工工匠所受的封建劳役的束缚，因为匠班银就是基于匠户所具有的封建劳役义务的身份关系交纳的；并且这一劳役剥削方式的改变，也仅限于轮班工匠，住坐工匠仍照旧供役。

【三饷】

明末加派的辽饷、剿饷和练饷三项赋税的合称。①辽饷亦称新饷，始征于万历四十六年（1618），主要用于辽东的军事需要。到四十八年止，全国除贵州等少数地区外，平均每亩土地加征银九厘，计五百二十万零六十二两。天启时，并征及榷关、行盐及其他杂项银两。崇祯四年（1631），又把田课由九厘提高到一分二厘，派银六百六十七万余两，除兵荒蠲免，实征银五百二十二万余两，另加关税、盐课及杂项，共征银七百四十万八千二百九十八两。②剿饷为镇压农民起义的费用，总数两百八十万两，主要也征自田土。原议只征一年，实际上从崇祯十年起，直到十三年才被迫停止。③练饷是崇祯十二年根据杨嗣昌的提议征派的，名义是训练“边兵”，加强九边各镇防御力量，实际是为了对付农民起义。此饷共征银七百三十余万两，其中田赋每亩加一分，约占总数一半以

上。

三饷的加派反映了明末统治的腐败，使已经激化的社会矛盾更趋尖锐，并成为明朝灭亡的重要原因之一。清朝统治者入关后，为笼络人心，曾下诏蠲免三饷，但没有认真实行，特别是辽饷中的九厘银，不久即被编入《赋役全书》，成为田赋的正式份额，终清一代，再未蠲除。

【金花银】

明代税粮折收的银两。原意为足色而有金花的上好银两，又名折色银或京库折银。明初征收赋税主要是实物，仅坑冶税有金银。夏税秋粮折收金银惟在陕西、浙江偶一行之，俱解南京供武臣俸，各边费用间亦取于其中。永乐迁都后，京师官员需持俸帖往南京支领俸米，道远费多。辄以米易货，贵买贱售，有时俸帖七八石，仅易银一两。于民于官均不利。为解决这一问题，宣德时江南巡抚周忱乃请检重额官田、极品下户税粮，准折纳金花银，每两当米四石，解京充奉，取得较好的效果。正统元年(1436)，副都御史周铨建议于南直隶、浙江、湖广、江西不通舟楫处，将税粮折收布绢白银，解京充俸，江西巡抚赵新、户部尚书黄福等也先后奏请。明王朝遂决定将南直隶、浙江、江西、湖广、福建、广东、广西之夏税秋粮四百余万石折银征收。米麦每石折银二钱五分，共折银一百零一万二千七百余两，于北京内承运库缴纳，每季分进二十五万余两。其后概行于全国其他各布政司，以为永例。实行结果，内府库中金花银的数字最大。万历六年（1578）后，每年又增银二十万两，除折放武官月俸外，主要用于皇帝赏赐。

税粮折银与徭役折银，自明中叶以后陆续实行。这是中国古代赋役制度方面的一个重大进步。税粮折银，减少了农民运送税粮的痛苦，也推动了商品经济的繁荣。

【三办】

明代物料征调方式的合称，指岁办、额办、采办。明代皇室的日用消费品，按“任土作供”原则，每年由产区进贡物料，以供皇室，称岁办；许多物料设有定额，按定额征解、造办，称额办；当进贡的物料不能满足需求时，由官府出钱购买，送京供用，称采办。明初，尤其在太祖时期，皇室生活上尚较节俭，明代中、后期商品经济的发展，极大地刺激了统治集团的贪欲，其腐朽性日益加深，生活上更加荒淫无度，便运用皇权，派出宦官四出采办，大肆搜刮，扰民极大。明代皇室的挥霍大致始于英宗朝，中经宪宗、武宗两朝，到世宗和神宗时达到登峰造极的地步。明代掌管三办事宜的机构是工部四司（营缮、虞衡、都水、屯田四清吏司），以及内府监、局，即宦官二十四衙门（见明代宦官），酒膳珍馐则掌于光禄寺。岁岁采办，常派专使，最为民害。所需物品数额日益增多，天顺时，仅光禄果品物料即增旧额四分之一，而正德时每日、每月给宫中进奉的供应物品又数倍于天顺时。皇室的消费欲无限膨胀，岁办自然远远超出土产范围，而原有定额更不敷需求，于是明中叶以后，本折兼收，采办益繁，始而召商置买，由官府出钱召

商人承办，实际上不给钱或给钱很少，商人多因此赔累破产。嘉靖二十七年（1548）明朝政府核编商人，然后按照编定的名单摊派采办，此即佥商采办。万历年间，商人不堪赔累，竞相逃匿。明朝政府因之又佥京师富户为商承办，令旨一下，中佥者如同赴死，纷纷重贿求免，而官府勾缉如奸盗，商民苦不聊生。明神宗朱翊钧贪财好货，中使四出，巧立名目，百般搜刮，兴三大殿之工，采办楠杉木料，费银九百三十万两，全部征之于民间，而岁办金珠宝石，更不遗余力。三办进一步加深了人民的苦难，严重阻碍了社会经济的发展。

【忙工】

明代农业生产中的雇工、短工的一种。明代，雇工根据受雇时间的长短，有长工、短工和忙工之分。以年为限，受雇于人，计年取得工值者，称长工；短期受雇、按受雇时间之多少，计时取得工值者，称短工；夏秋农忙季节，暂时受雇于人，计日而取得工值者，称忙工。忙工中有的是破产农民，也有服用不足的自耕农。明中叶以后，有的地区农业上使用雇工的现象较普遍，尤其在苏、松、嘉、湖等经济作物种植较多的地区更是如此。由于忙工受雇的时间短，所以出雇时不需向雇主写立文约，可随意出雇给任何雇主，在身份上比长工具有较多的自由。明初，根据明律，雇工人的地位与奴仆接近，明中叶以后，经过广大雇工长期的斗争，出现了变化。万历十六年（1588）正月正式规定，议有年限、立有文券的人，确定为雇工身份；而短期受雇，受值不多者，身份则为凡人。这样，忙工不仅在实际上，而且在法律上摆脱了人身依附关系，取得了与凡人相同的自由身份。明代中叶以后虽然出现为市场生产，并使用大量雇佣工人的雇主，采取经营地主的方式，但这种经营方式在全国还只是稀疏地出现在少数地区。农业中占主导地位的仍是自耕农民和封建地主的租佃关系，即使在经济比较发达的江南地区，有田者仍居十之一，而为人作佃者却有十之九。

【税饷】

明朝政府对出海贸易船货收取税课以充兵饷的银两。嘉靖年间，北部边防吃紧，屡屡增兵增饷，嘉靖二十九年（1550）后，京边岁用多者过五百万，少者亦三百余万。岁入不抵岁出之半，无以支应。因此，明政府开始对东南沿海各地的私人海上贸易活动，仿南宋开海禁增税收之法，以所入饷军。隆庆元年（1567），明廷开海禁，在海澄县正式设港通商，开征洋税，准贩东西洋。万历初年，议准福建地方官奏请，将税课充兵饷，是为税饷。

税饷由海防官经管，由其向出海贸易商船发放引票。商人领取引票时须纳税，称引税。行东西洋之船，每引税银三两，行鸡笼、淡水等地之船，税银一两，后来分别增至六两和二两，引税之外，征税项目还有“水饷”、“陆饷”和“加增饷”。水饷出于船商，以船阔狭为准。行西洋船阔一丈六尺者，每尺收税银五两，一船需银八十两。每多一尺递加银五钱；二丈六尺以上阔船，每尺抽税银十两，一船抽税银二百六十两。行东洋船，海船照西洋船丈尺税则，量抽

十分之七。陆饷出于铺商，以货物多寡计值征输，如胡椒每百斤抽税银二钱五分，沉香每十斤税银一钱六分等。加增饷主要征收船行吕宋的商船，以吕宋无特产，回船大多是银钱，故征水陆二饷外，每船追加银一百五十两，称“加征”，万历十六年（1588），减至一百二十两。

这种通商办法，实际是寓禁于征，力图使海上私人贸易置于封建政府的控制和支配之下。但税饷的设立，也表明封建政府在某种程度上对私人海上贸易合法地位的承认，以及中国海上贸易的规模有了较大的发展。

【均工夫役】

明初南方地区按田亩佥派的徭役。又名均土。洪武元年（1368），明太祖朱元璋因京师经营兴作，命中书省议定验田出夫。每顷每年出丁夫一名，农闲赴京服役三十天，期满遣回；田不及顷者，数户凑足共当。当时，南直隶应天等十八府及江西饶州、九江、南康三府计有田三十五万七千二百六十九顷，出夫如田之数。但苏州、松江、嘉兴、湖州因该年制办军士战袄而罢均工夫役。洪武三年，又命上述出工夫役的二十一府编《均工夫图册》，明确规定田多丁少者可以佃户充役，每名资给米一石；代役如非佃户，田主则按每亩二升五合给米。洪武十三年，命户部移文各郡县，功臣之家田土亦当此役。各地受遣丁夫，编队赴京应役，每队人无定数。均工夫“验田出夫”原则，还适用于其他徭役，并通行全国。洪武四年，筑晋王朱棡封藩的太原城，即为令民计田，每顷出一夫。均工夫役大体只实行于江南地区，是组织当地人民到南京应役的办法，其他地区未见实行。自十七年后，徭役改为通过里甲按丁粮多寡为标准的户等佥派，验田出夫原则失效，均工夫役废而不行。

【均徭】

明代按民户丁粮多寡而编制的杂泛差役。英宗正统二年（1437），江西佥事夏时根据知州柯暹的《均徭册式》而创行于江西。十年诏罢。景泰元年（1450）重新推行。天顺、成化年间（1457～1487）逐渐在各地施行。弘治元年（1488）令全国各地编审均徭，查照岁额差役，于丁粮有力之家编派本等差役，贫困下户、逃亡人户听其空闲。

均徭文法以人丁、税粮（即丁粮）多寡为基准设定户则，均派杂役，丁粮多者为上户，编重差；次者为中户，编中差；少者为下户，编下差；一户或编一差，或编数差，也有数户共编一差的。轮差次序常和里甲同时排定，十年或三五年一次。服役期在里甲正役满后的第五年。在具体实行上，南北方略有差异，南方以丁田为基准，北方以丁粮为基准。

均徭分力差和银差两种。力差指应役户亲身充役（后准由应役户募人代役），名目常见的有皂隶、狱卒、门子、马夫、驿馆夫等，多在近地承当，士绅有免役特权；银差行于弘治、正德年间，即应役户缴银代役，岁于均徭人户内点差，每名折收银若干，雇人充设。名目主要有岁贡、马匹、草料、工食、柴薪、膳夫折价等，多由下户承充，派在远地。力差与银差的编派原则是丁多则力差，

粮多则银差。正德以后，力差亦折征银两，均徭法被一条鞭法所取代。

【佃仆】

中国古代对地主有严格人身依附关系的佃农，是佃农中社会地位最为低下的阶层。宋代文献中即有佃仆之名出现，记载较详的是明清时代皖南地区的佃仆状况。在皖南，又有庄仆、地仆、世仆、火佃、细民等名称，但有这些称谓的农民并不都是佃仆。佃仆的主要来源，是迫于生计而投靠地主的农民，他们佃种地主土地，居住地主的房屋或将祖先安葬在地主山场上，从而与地主形成严密的依附关系。其他如佃种主人土地的奴仆，入赘地主的婢女或佃仆的寡妻，因贫困而卖身者以及领赐佃户，也往往转化为佃仆。劳动者同地主形成佃仆关系后，要缴纳地租，丧失人身自由，不得自由迁移，不能过房、出继，不能自由嫁女，其寡妻也只能招赘而不能改嫁。佃仆虽不能自由出雇和卖身，但可随同土地、房屋、山场的买卖转让而更换主人。这种关系世代相承，父子相继，佃仆的自然增殖就是佃仆关系的再生产。但佃仆又不同于奴仆，他们有自己的独立的家庭经济，必须自负盈亏地进行生产以维持家人的生活，还须无偿为地主服役。佃仆同地主之间不仅在生活上有森严的等级差别，而且在法律上被视为地主的奴婢，犯罪时比照奴婢律判处。浙江、广东、江苏、江西、湖南、湖北、河南、福建等地也有类似的佃农存在，但数量不多，而且日益衰减。关于佃仆的性质，有人认为是农奴或依附农，有人则认为是奴隶制残余。

【雇工人】

明清两代具有特定法律身份的雇工。明制，庶民之家不得蓄养奴婢，但可蓄养雇工人，可以说雇工人是庶民之家的奴仆。其无主仆名分，地位介于“凡人”与“奴婢”之间。大明律规定，雇工人如违犯主令，家长有权杖其臀腿，如体罚致死，家长无罪。雇工人虽无主仆名分，但不与凡人等。雇工人殴家长未伤，则杖一百徒三年，比凡人刑重十三等。殴家长缌麻亲属未伤，杖八十，比凡人刑重六等。反之，家长缌麻亲属殴雇工人未伤，无罪。明律关于雇工人与家长及其有服亲属相犯的处刑规定，多处将雇工人比附为亲族中的子孙、卑幼。如谋杀家长或家长期亲致死，与子孙谋杀父母或年幼谋杀期亲尊长致死者同罪，首从皆凌迟；另一些规定则比子孙、卑幼侵犯父祖、尊长罪较轻，如雇工人殴家长大功亲罪比卑幼殴大功亲尊长罪处刑轻三等。与奴婢相比，雇工人侵犯家长，罪罚有与奴婢侵犯家长同者，也有较轻者，此即雇工人无主仆名分与奴婢有主仆名分的不同之处。万历十六年（1588）明政府规定：“今后，官民之家凡请工作之人，立有文券、议有年限者，以雇工人论；止是短雇月日，受值不多者，依凡论。其财买义男，如恩养年久、配有室家者，照例同子孙论；如恩养未久、不曾配合者，士庶之家依雇工人论，缙绅之家比照奴婢律论。”据此可知，万历十六年后，雇工人包括立有文券、议有年限的雇佣劳动者和士庶之家买进未久、不曾为之婚配的义男。

【永佃权】

土地关系中佃方享有长期耕种所租土地的制度。佃农在按租佃契约交纳地租的条件下，可以无限期地耕作所租土地，并世代相承。即使地主的土地所有权发生变化，佃农的耕作权一般仍不受影响。永佃权最早出现在宋代，明代有所发展，有永耕、长租、长耕等名。明代中叶以后，首先在福建等东南省份的某些地区流行，清代盛行于东南诸省及华北、西北、华南的部分地区，民国时范围又有所扩大。

永佃权的形成与定额地租形态的发展有密切关系。在定额地租形态下，地主只是收租，而不关心土地的经营情况，这使土地所有权与耕作权的分离成为可能。在这种情况下，佃农或因垦荒付出工本，或因投资改良土地，或因支付"佃价"，或因长期租种同一块土地，或因集体"霸耕"而获得永佃权。另外，也有自耕农出卖土地、仅保留耕作权而结成永佃关系。在地广人稀地区，有的地主为保障土地收益，也强迫佃农结成永佃关系。永佃权的产生和发展，有利于作物种植的扩大和土地收益的提高，也有利于佃农经济独立性倾向的发展和人身依附关系的削弱。但当地主权势嚣张时，每每任意改变永佃条件，使佃农丧失永佃权，明清时代经常发生佃农争取耕作权的斗争。

有永佃权的农民往往"私相授受"，将田面出顶、典押或买卖，还有的保留或转移征租权，造成土地所有权的再分割。许多官绅、豪民、债主也竞相从自耕农或永佃农手中掠取或购置田面，进行地租剥削。这是明中叶以后土地关系中出现"一田两主"、"一田多主"现象的渠道之一。在"一田多主"制下，出租田面的人都是二地主，俗称面主、皮主、赔主。

在永佃制下，土地所有权和耕作权的名称因地而异。又有田骨田皮、田底田面、大苗小苗、大租小租、大田小田、大卖小卖、大买小买、大业小业、粮田税田、粮田质田等，呈现出错综复杂的关系。清宣统三年（1911）编纂的《大清民律》草案在承认永佃权的同时，又规定其存续时间为二十至五十年，实际上否认其永久性。1929年公布的《中华民国民法》基本沿袭上述规定。

【粮长制】

明朝在各州县设置的由粮长负责征解税粮的制度。始创于洪武四年（1371）。其法，每州县按征收粮额分为若干粮区，区设粮长。先行于南直隶和浙江、江西，有漕各省曰漕运粮长，其他各省曰赋役粮长，苏、松等府兼征白粮的州县专设白粮粮长。10月初粮长先在粮区内纳粮最多之大户中公推。后为政府指派。行粮长制的目的，在于杜绝官吏之侵渔。取缔豪右包揽，便于民户就地交纳，以保证税收，杜绝中饱。

明初，粮长除征解税粮外，还具有基层政治首领的职能，职权为率同里长丈量土地、编造鱼鳞图册及黄册制度、劝导农民耕种生产、检举逃避税粮人户、呈报灾荒和蠲免事宜、揭发不法官吏和地方顽民等。有的地区粮长还兼掌听讼理狱之权。后粮长职权逐渐缩小，仅限于税粮的征解。宪宗成化（1465～

1487）以后，漕运改行兑运，解运由卫所军担任，故漕粮长只负责税粮的催征，而江浙兼征白粮州县仍由粮长征收解运。

关于粮区的划定，有漕州县原以纳粮数千石至一万石为准，但也有少至数百石者。每一粮区所辖里数，则因地区而不同。浙江萧山县，宣德年间（1426～1435）平均每区管辖十六里；安徽怀宁县，嘉靖年间（1522～1566）平均每区仅辖六里；江苏上元县则平均每区管辖二十一里。辖区既大，粮额自多，征收税粮任务繁重，粮长以下乃采行里甲分层负责制，由里甲催征，粮长收解，州县监收。粮区并设征收解运等机构。苏松等府粮长下设知数（司计算）一人，斗级二十人，粮米运夫约千人。运粮时，政府委官一人协运，粮长先到京师领取勘合，然后还乡办粮，督同里长甲首运粮交仓。成化年间改行兑运，裁撤运夫，虽粮长催征制依旧，但运输制度已有了改革。

有明一代，粮长制渐有变化，主要表现为：①粮长渐由永充制变为轮充制和朋充制，即粮长亲朋可继充其职。宣德以前，基本实行永充制，一人或连任数载，乃至一家世代相承，但积久弊生，有的粮长借机盘剥粮户，而成巨富；有的粮长则因粮户拖欠，赔累破家。故此轮充制逐渐推广。轮充制下，按粮区内丁户多寡排列，一般中小地主及上中农户均不能免。②粮长人数逐渐增加。原来每一粮区只设粮长一人和副粮长一至三人，人少事繁，难以支应，为便于催征兑运，宣德以后，每一粮区粮长人数有的增至十多人，至神宗万历年间（1573～1620）有的增至二三十人。有的地区粮长实行分工负责制。明代后期，松江府有催办粮长、收兑粮长；上海县除此两长外还增听解粮长。③缩小粮区范围。过去由于粮区范围过大，催征甚为不便，乃改为以里为征解单位。其法，或粮长与里长合一，或裁粮长由里长兼理。缩小粮区，易于责成。此法始于洪武十五年，景泰至正德年间（1450～1521）有发展。实行一条鞭法后，相当多的地区已改由里长兼任粮长。有的地区里长又按职掌实行分工，湖广岳州府有征收税粮里长、解运税粮里长等。粮长、里长合一后，粮长征运税粮和里长筹办杂役间的职责区别渐趋泯灭。④粮长职能和性质发生变化。明初粮长具有半官性质。粮长在乡间拥有封建权势；运粮到京后，有的得皇帝召见，授与官职。国家为保证粮赋征运，对粮长特加优渥，并赐予部分赦免权，因此人皆以充当粮长为荣。永乐以后，粮长社会地位逐渐变化，改为轮充、朋充以后，一般民户皆须承充，粮长一职已成为单纯而沉重的封建徭役。正德年间，民间有田二三百亩者，地方官府即勒充粮长，每由于赔纳粮赋，典卖田地以应急需，有千金之家因充粮长一年而沦为乞丐者。一条鞭法推行后，除漕粮白粮外，赋役征银，均官收官解，由民户直接持银至官柜交纳，粮长职役随同里甲各役一并折银代纳，粮长之制已名存实亡。

【民壮】

明代为备御北边和维持社会治安而组织的地方武装。又名土兵、民颖、会手、剑手、民壮、机兵等。依承担之职责又有巡捕民壮、巡盐民壮、盐捕民壮、

常随民壮之分。初为招募，后在民户中编派。

正统十四年（1449）九月，土木之变发，明军失败，朝廷遂令各处招募民壮，令本地官司率领操练，遇警调用，事定仍复为民。天顺元年（1457），又令招募民壮。应募者鞍马器械悉从官给，本户免粮五石，另免户下二丁，以资供给。弘治二年，朝廷下令，民壮由招募改为佥派。规定年二十以上、五十以下身体健壮者可派为民壮。方七八百里以上的州县，每里佥派两名；五百里者每里三名；三百里者每里四名；一百里以上者每里五名。佥充者春、夏、秋三季月操两次，冬季操三日歇三日。被佥民壮遇警调集期间，官府给行粮，余悉照天顺元年例。弘治末，民壮总数为三十万。嘉靖二十二年（1543），明王朝为防御倭寇的侵扰，一度令各地增佥民壮，州县大者千名，次六七百，小者五百。佥派民壮主要根据里甲人户的等则，按丁粮多寡编派。弘治十一年，规定每十年通行查审民壮一次，老、残、病者除名更换。

民壮初设时，曾起过补充卫所军队的作用，后由于各级官吏或受贿卖放，或冒支月粮，或以低价雇募孱弱之人，或以无赖罪囚代应查点。弊端百出。民壮既缺乏训练，又经常受官府私役。苦累不堪，逃亡相继。故嘉靖年间（1522～1566），各地民壮相继纳银代役。

【旗地】

清代八旗成员所占有的田地。系相对于广大汉族官民的民田而言。天命六年（1621）七月，努尔哈赤（即清太祖努尔哈赤）在辽沈地区实行“计丁授田”，每一成年的旗人授田六垧（一垧约为五亩）。入关后从顺治初年到康熙中（1644～1684），清朝统治者先后进行了三次大规模的圈地，共圈占了畿辅官民田地十六万余顷。各地驻防八旗也进行了圈地（见圈地令）。畿辅旗地、驻防旗地和入关以前早已圈占的盛京旗地共同构成了清代文献中所说的“八旗旗地”。

旗地可分为四大类：①皇庄，亦称官庄，是皇帝的私产；包括内务府官庄，盛京户部、礼部、工部官庄及三陵所属官庄。②王庄，即八旗王公贵族的庄园。③官员庄田，系八旗官员占有的土地。④兵丁份地，是八旗兵丁按丁分给的土地。官员庄田和兵丁份地通常被称为“一般旗地”。清初圈占并免除了田赋的旗地又叫“老圈地”。以后八旗人员另行开垦的旗地有“旗宗地”、“升科地”等，均需按亩上交田赋。

清初禁止“旗民交产”，不准汉人典买旗地。但到乾隆四年（1739），畿辅地区已有数百万亩旗地被典卖。此后，畿辅、奉天和吉林的旗地大半都典卖与民人。咸丰二年（1852）清政府公布“旗民交产章程”，允许关内旗地卖与汉民。此后时行时止。光绪三十一年（1905）再次规定，准许“旗民交产”，汉民不但可以典买关内旗地，还可以典买关外旗地。同年丈放锦州官庄，庄头、壮丁、佃农只要交银，同样可以买到庄地。民国初年，关内外的皇庄、王庄相继丈放或自行变卖，奉天实行“田赋划一”（旗地民田按同一税率纳税）。至此旗地制度结束。

【更名田】

亦称更名地。原是明朝的“藩封之产”，散布于直隶（今河北）、山东、山西、河南、湖北、湖南、陕西、甘肃等省，总数约近二十万顷。清初，原明朝“藩封之产”发生很大变化，或因战乱荒芜；或因藩王勋戚逃亡后，田地为农民所占有，也有不少田土为当地豪强侵占。在畿辅地区，还有被圈占为旗地的。清朝统治者从顺治元年（1644）起曾几次下诏，将这些土地收归国家所有。康熙七年（1668），清廷为了加速垦荒，增加赋税收入，下诏将“废藩田房悉行变价，照民地征粮，其废藩名色永远革除”，次年，将土地无偿给予原种之人，令其耕种，照常征粮。这些“改入民名”的田土，因为承种者“止更姓名，无庸过割”，故“谓之更名地”。虽然诏谕中宣布更名田无偿给予原种之人，但实际情况并不完全如此。康熙四十一年，户部核准：“山东荒废明藩地基，民人情愿纳价者，每亩纳银五钱，给以印贴，守为恒业。”湖南藩产也有“屡请变价”的。乾隆《长沙府志》记载：“原明废藩田圹，奉文召民纳价，更名民田，照民赋起科，”说明有的百姓得到更名地，是向封建国家纳价的。

清朝政府通过更名田形式把一部分藩产无偿地交与原耕佃农承种，使其成为拥有合法土地所有权、只缴纳封建国家赋税的自耕农民。但是，由于在实行更名田以前，很多地方豪强侵占了不少藩产，以后又借认垦荒田名义，广为搜索，所以，更名田的好处实际上多为地主豪强所取得。

【放荒】

清朝政府将无主的山岭、荒地招民垦种的措施。又称为“官荒放垦”。清代在顺治、康熙时期（1644～1722）曾大规模地推行官荒放垦。当时，全国土地抛荒的情况十分严重。据顺治八年（1651）清朝赋籍帐册的登录，全国田地山荡额为二百九十多万顷，不及明万历六年（1578）全国田土数目的一半。为了招民垦荒，早在顺治初年，清朝政府就宣布将州县卫所荒地无主者分给流民及官兵屯种，并由官府给以印信执照，水准为业。对于贫穷无力者，由政府贷予耕牛、农具、种籽等银两。又放宽起科年限：新荒者一年后供赋，久荒者三年后起科。康熙时，还一度把起科年限宽延到四年、六年，甚至十年，后来又确定为六年。

从顺治十年起，清朝政府又在全国设置兴屯道厅等官，厉行屯田开荒，规定各直省土地凡办纳钱粮者为民地，其余不分有主、无主，俱为官地，由兴屯官员招民开荒。缺少耕牛种籽者，也可优待发给牛价籽粒银两。因清朝政府急功好利，兴屯官员又弄虚作假，兴屯垦荒没有取得预想的结果。此外，清朝政府还十分重视利用地主乡绅的力量进行垦荒。顺治十三年宣布：各省屯田荒地，如有殷实人户能开至两千亩以上者，可按等授予官爵。以后，又多次补充和重申上述规定。

到了康熙末雍正初，全国除少数边远省份外，主要农业地区的田土已经基本得到垦复。雍正二年（1724）全国耕地为七百二十三万多顷，大体上已经超

过明万历初年的数字。

自雍正直至乾隆、嘉庆时期（1723～1820），为了缓和社会矛盾，尽可能地使失去土地的“游民”、“流民”回到土地上去，清朝政府对于放荒招垦仍继续加以关注。雍正元年，再次调整起科年限，确定水田六年、旱田十年起科。乾隆初又宣布，根据各省不同情况，开垦零星土地永免升科。一些自然条件差、开垦不易的劣等土地，则实行轻则起科。对在放荒中各地官府虚报邀功的情况，也注意进行纠正。

同时，清朝政府还不断有条件地开放一些被视为禁地的海岛、滩涂、山岭，以及像蒙古、新疆、东北等边疆地区的荒地，允许人们垦种。湖北郧阳、施南两府的山区，原属封禁，乾隆三十八年（1773），朝廷下谕开禁，大大加速了该地区的开发。与顺康期间相比较，这时的官荒放垦，虽然规模远不及前，但各地几乎每年都有新垦田土升科。特别是那些边远地区，更是进展显著。

蒙古和东北地区的荒地，从康熙时起，就不断有内地民人进入垦种，但始终属于私垦。乾隆、嘉庆时虽曾明令严禁，但也常常被迫承认既成事实，允许留居者垦种。有时甚至还由清廷允准实行放丈。内蒙古土默特归化城地区的十余万顷官厂牧场，就是清廷为解决当地驻军的军需食粮而陆续放丈开垦的。道光以后，清廷的财政困难加剧，对蒙古、东北地区的封禁愈加松弛，开放的牧场、荒地也更多。

鸦片战争以后，垦荒主要集中在蒙古和东北地区。光绪年间（1875～1908）在广西等地也推行过招商开垦计划，并在各地设置丈放局、垦务局、垦务公司，颁布招垦章程，大规模地实行放丈招垦（见垦殖公司）。据光绪三十四年统计，奉天全省耕地面积已达六十三万余顷，境内荒地大多放垦完毕。内蒙古自光绪二十八年设立垦务总局、分局后，到三十四年仅伊克昭盟、乌兰察布盟及察哈尔、归化城土默特等地，就开放了荒地七百五十多万亩。清末在边疆地区的大规模放垦，虽然出现一些问题，但对开发边疆，稳定边疆局势，有一定的积极作用。

【民田典卖】

中国地主制经济下民田的典当和买卖。土地典当，即典人者取得土地使用权和收租权，出典者若干年后可以原价收回。这类典当类似活卖。土地买卖称绝卖，即买者取得土地所有权。这种现象在中国历史上出现很早，到清代法定取消封建宗法束缚，为土地自由典卖创造了条件。

有清一代，地主官绅依势兼并土地的现象减少，地权转移主要通过经济手段进行，故土地典当现象有所发展。据顺治至嘉庆朝刑部档案中所辑录的七百五十三件土地典卖案件中，典当事件一百八十二件，占全部典卖案件的百分之二十四点二。在通常情况下，出典者主要是占地较少的自耕农，土地是他们赖以从事生产劳动和生存的条件。他们因经济困难出典土地后，都希望以后有机会回赎。和绝卖相比，典当的地价要低得多，一般出典农民，仍将土地租回耕种，而向典当地主交租。对典当地主来说，是以低价典地而获致高额地租，故典当具有某种高利贷性质。

伴随农业生产及商品货币经济的发展，土地买卖现象日趋频繁。清代前期，山东、福建、广东等地土地屡易其主；江苏南部的土地十年之间往往被转卖数次。其他各省州县，地权转移过程也比过去加快。

中国封建社会的土地买卖中渗透着严重的宗法血缘关系，即所谓“亲邻优先购买权”。这种产生于“同族不绝产”的宗法习俗的买卖关系，常常使土地出卖者虽称绝卖，但购买者不能一次取得完全所有权，从而对土地自由买卖形成严重障碍。如康熙年间，山东济宁的一些宗族之中，为了压低地价，有想买者“故称不要”，或抑勒“不照时值”，影响了土地的正常交易。

此外，当时在买卖土地时，又普遍沿用“回赎”、“加找”等旧习俗，即绝卖土地的原主保留回赎权，卖主如无力回赎，可不断向买主“加找”地价，使土地所有权的转移迟迟不能实现。

针对上述现象，康熙二十二年（1683），两江总督于成龙首先发布了“禁房田找价檄”。康熙后期，湖广总督喻成龙规定：土地买卖“三年不加找，五年不回赎”。雍正三年（1725），河南巡抚田文镜规定同族间若有干涉土地买卖者按律治罪；同年，云南巡抚杨名时奏请禁止土地买卖告找回赎。雍正八年，清廷正式下令，若有仍主张同族优先、百计压价以及在土地买卖时加找回赎者，皆从重治罪。此后，地权转移逐渐摆脱封建宗法的束缚而取得比较自由的形态。

【押租制】

清代前期开始通行的、地主在出租土地时向农民索取地租抵押金的租佃制度。明代已有押租现象，但并未成为民间通行的租佃制。清康熙、雍正年间（1662～1735），江苏、安徽、湖南、广东诸省相继出现押租记载。到乾隆、嘉庆年间（1736～1820），直隶（今河北）、盛京（今辽宁）、山西、内蒙古、河南、陕西、江苏、浙江、江西、安徽、湖南、四川、福建、广东、广西、云南、贵州等省区都有实行押租的记录。到清末民初，押租发展到全国二十个省区。同时，押租在各种租佃形式中，所占佃户比重逐年增大。

押租制的发生、发展与商品经济的发展、地主对货币要求的增加、定额租的发展、地权集中、人口密度增长等都有一定的联系，但主要原因在于农民抗租斗争激烈，租佃间封建宗法关系松解，地主继续依靠超经济强制实现地租遇到严重困难，因而需要经济关系作保证，以便有效地将农民束缚于土地上。这是封建社会后期租佃关系的一个特点。

押租制基本内容是：①凡以田出租，必先取押租银两，但其银无息。②正租谷照常征收，但有押少租重、押重租轻的情况。③起佃之日，押租钱照数退还佃户；但地主往往以佃户欠租为理由，侵吞押租银两。④地主不退押租钱文、不能随便换佃；但湖南地区有“大写”、“小写”之别，“大写”与各地做法相同，“小写”时押租较少，一般退佃时也不退押租钱文。

押租数目，依时间、地点、土质肥瘠、人口密度与土地集中程度不同，而有很大差别。在一般情况下，正租越少，押租越重，反之，押租则轻。土地肥腴、人口密度大而土地又相对集中的地方押

租较多，反之，押租较少。以后，随条件变化，加押变成增加地租剥削的一种手段。押租额往往超过正租额，少的超过一二倍，高的五六倍乃至七八倍，个别的甚至超过数十倍。佃户交纳押租后，可以少纳正租，但这并不意味着地主对交纳押租的佃户减轻地租剥削；把押租金额的利息和所交纳正租谷计算在一起，地主仍然从这部分农民手里夺走总产量的一半以上。少地或无地农民若想得到一份土地耕种，则必须借债以交纳押租钱。押租制的发展，使越来越多的贫苦农民陷入高利贷的深渊。

由于各地习惯用语不同，加以各地使用货币又有钱银之别，所以押租的名目繁多，往往在一个省内，也有数种不同称谓。汇总起来有：押租钱、押租银、押佃钱、押佃银、顶手钱、顶手银、顶首银、顶耕钱、顶耕银、顶租钱、顶种钱、顶种银、顶批钱、顶批银、顶佃钱、顶佃银、顶价、佃礼钱、佃礼银、佃规银、佃价钱、佃价、佃头银、佃手钱、批头钱、批头银、批礼银、寄庄钱、寄庄银、进庄钱、进庄银、进庄礼银、上庄银、揽种钱、揽佃银、保佃银、保租银、稳租银、压佃银、田根银、起埂银、赜银、价银、粪质银（粪尾银）、随脚银、基脚费、脱肩银、典佃银、扯手钱、挂脚钱、写田礼银、承佃银、坠耕钱等。

【预租制】

清代地主在出租土地时预先向农民收取地租，而后才允许农民耕种的一种比较普遍的租佃制度。

预租分实物预租和货币预租。其中货币预租占主要地位。地主向农民收取预租，一般采用的办法有：①主佃关系建立后，地主向农民预收当年地租的一部分，这是从预租制发展初期沿用下来的方法。②主佃关系建立后，地主向农民预收当年全部地租。第二年以后，地主向农民预收地租时间不完全相同，或在当年秋收后即向农民收取来年全部地租；或在次年春耕前向农民预收该年全部地租。后者是预租中最为普遍、最为通常的作法。③主佃关系建立后，地主一次向农民预收数年地租。这种作法不很普遍，一般是由于地主急需用钱所致。

清代前期预租制已相当发展。到乾隆年间（1736～1795），因预租事发生诉讼案件所涉及的地区有：直隶（今河北）、山西、陕西、甘肃、江苏、浙江、湖北、四川、广东、盛京（今辽宁）等。乾隆嘉庆年间（1736～1820），收取预租的不仅有民田地主，还有旗地地主。在直隶地区，收取预租的旗地地主多于收取预租的民田地主。鸦片战争后，预租制在更大范围里推广。民国时期，预租制仍在发展。

预租制的广泛推行，是因为实物定额租的发展和商品经济日益繁荣，以及农民抗租斗争的激化和客佃的发展。在这种情况下，主佃间的封建依附关系和封建宗法关系日趋松懈，地主若按过去秋熟收租或夏秋两季收租办法实现地租已没有保证。预租制于是应运而生，并得以迅速推行，从而通过经济手段保证了地主阶级对地租的榨取。这是中国封建社会后期租佃制度的一个特点。

【太平天国土地政策】

太平军在占领南京前，曾提出“薄

赋税、均贫富”，“将来概免租赋三年”，“均田以赈贫穷”等口号。这些口号反映出当时中国社会生活中以土地为中心的主要矛盾和广大农民渴望减免封建剥削以至获得土地的要求。1853年（咸丰三年）建都天京（今江苏南京）后，太平天国颁布《天朝田亩制度》，试图解决土地问题。

《天朝田亩制度》规定按人口分配土地，废除土地私有制，在小农业与家庭手工业结合的小农经济基础上实现公有制。太平天国把这个方案看作是将来的立国规制，当时并无意于付诸实施。太平军占领南京后不久，就在江苏仪征等地索取钱粮征册，同时，由东王杨秀清等陈奏、经天王洪秀全批准，正式确定辖区人民“照旧交粮纳税”，从而照旧保存原有的地权关系，在此基础上，“暂依旧例章程”征取土地赋税，由“业主”如期如数向地方当局交纳。太平天国无论前期后期都实行这一政策，但由于客观环境的不同和太平天国自身的演变，前期后期在具体执行这个政策上有不同的特点。

前期，太平天国虽在其辖区一律贯彻上述“照旧交粮纳税”政策，但在某些方面有所突破：①官僚豪绅的土地均作为“妖产”而予以没收，以其租入充作郡县政权的军政费用；②取消或大大减少田赋浮收，取消大户”（豪绅地主）少交或免交赋税的特权，减轻土地的实际赋税负担；③承认和保护农民占有逃亡或死绝地主的土地，任凭一些地区的佃农自发地少交地租。此外，在天京这一特殊地区，所有土地均归天朝典农官统一经管，全部收获供首都军民食用。这些，都在一定程度上反映了农民的愿望和利益，获得了农民的拥护。

但到后期，随着形势逆转和太平军队伍的复杂化，在苏、浙地区太平天国的土地政策亦相应地发生了一些变化：①实行“着佃交粮”制，即让部分农民直接向太平天国交纳土地赋税。其具体方式，或租、粮分交，即由农民先向太平天国交清赋税，然后再向地主交纳租余；或租、粮合交，由农民向太平天国设立的租粮局交纳全部地租，由局扣除赋税后再让地主支取租余。这是一些郡县的太平天国军政当局针对地主大量逃亡或抗交田赋而采取的一种临时性的赋税征取办法，并不意味着太平天国“照旧交粮纳税”政策有实质性改变。②除严令佃农照常向地主（包括逃亡地主）交租外，复向土地占有者（主要是地主）颁发田凭，作为其占有土地和收租纳赋的法律凭据。另外还向地主印送收租票，让他们持票向农民索租。前期一概由郡县地方政权没收的庙田、学田、祭田等，此时不再予以触动而让其照旧收租。③设置半官方或官方的租息局、租粮局，由地方豪绅或基层政权的乡官掌理，利用基层政权的力量务令农民交纳地租，由局扣留赋税后再让地主领取余租。④镇压农民的抗租和抗捐斗争。军政当局不止一次地发布谕令，严禁农民抗租，违者本人处斩，田亩充公。一些地方的农民反抗地主逼租，反抗租粮局或乡官苛征、浮收，大都遭到军政当局的镇压。

但太平天国后期并不是每个地区都存在上述几种现象。同时，有些农民占有了逃亡地主的土地，太平天国当局也发给田凭；一些受到打击的地主把土地降价卖给农民，这样就部分地改变了旧

的地权关系；太平军对地主富人重征捐税，取其浮财，使其继续受到打击；一些地区农民自发地拒交上年的租粮，生活有了改善，部分太平军下级官兵违背当局的禁令，对农民的抗租斗争公开表示同情和支持等。但从太平天国土地政策的总体看，后期较前期更明显地维护旧的封建生产关系，而不是反映农民的利益和意愿，这就不可避免地导致农民对后期太平天国支持的削弱。

【滋生人丁永不加赋】

清代康熙朝（1662～1722）对赋役制度的改革措施。规定以康熙五十年全国的丁数为准，此后溢出之丁不再承担丁役。

明初徭役由各地官衙按照户丁向民户直接佥派，征发实物，课征货币的极少。明中叶以后，各地差役陆续改为徭役，实物征发也改为货币缴纳；徭役正在逐渐转化为赋税。清代继续这种改革，到康熙末年，州县基本上已不再佥派经常性差徭。所征代役银两，称为徭银或丁银，按照人丁征课。但所谓人丁各地并不一致，有的地方以地亩折算人丁，丁银按地亩计征。因此，丁银既不是徭役，也不是真正的人头税。

五十一年二月二十九，康熙帝向大学士、九卿等宣布将丁银税额固定、不再增收的主张，准备命令各省督抚将现行钱粮册内有名丁数永远作为定额，不再增减。对以后新生人丁（即“盛世滋生人丁”）不征钱粮；而丁银并不按丁计算，丁多人户也只交纳一丁钱粮。经大学士、九卿等议定，此后编审人丁依照五十年征粮丁册，定为常额，新增者永不加征赋税。五十二年又颁布诏谕加以说明。这一改革表明了银税额业已固定，其征收也不以人丁数量为根据。因此，丁银是和人头税迥然不同的另一种赋税。然而原来以户丁为对象的征收方式并没有改变。五十五年户部在研究编审新增人丁补足旧缺额时，除“照地派丁”外，仍实行“按人派丁”，即一户之内，如果减少一丁，又新添一丁，以新添抵补减少；倘若减少的有二三丁，新添的不够抵补，则以亲族中丁多人户抵补；如果还不够，以同甲同图中粮多人户顶补。抵补之后的余丁才归入滋生人丁册内造报。所以“滋生人丁永不加赋”办法施行后，又出现了新增人丁不征税，旧额人丁不减税的矛盾；而且，新增人丁很多，用谁来补充旧丁缺额，也很难做到苦乐平均。此后不久，雍正朝（1723～1735）就在全国各地普遍实行了摊丁入地的改革。这样，丁银才成为消除了徭役性质和人丁关系的、并且以土地为征收对象的赋税。“滋生人丁永不加赋”实际上为雍正朝实行“摊丁入地”奠定了基础，也是中国封建社会中徭役向赋税转化的重要标志。

【摊丁入地】

清政府将历代相沿的丁银并入田赋征收的一种赋税制度。亦称“摊丁入亩”、“地丁合一”、“丁随地起”，通称“地丁”，是中国封建社会后期赋役制度的一次重要的改革。

清朝建立初期，沿袭明朝混乱的赋役制度；加以明末、清初长期战乱，版籍无存，满洲贵族和部分汉族地主享有免役免税特权，官绅地主运用所掌握的

权力，把赋税、徭役转嫁到无地或少地农民及其他劳动者身上，这就使得赋役难以征发的矛盾更为突出。农民和其他手工业者，忍受不了沉重赋役负担，或相继逃亡，或抗交赋役银。为了保证政府赋役收入，缓和日益尖锐的阶级矛盾，清政府于康熙五十一年（1712）规定：以康熙五十年的人丁数（两千四百六十二万一千三百二十四人）作为以后征收丁银的标准，把三百五十多万两丁银固定下来，以后滋生人丁永不加赋。这即为摊丁入地创造了条件。

康熙五十五年，摊丁入地首先在广东实行。随后各省纷纷题请，要求将丁银摊入地亩征收。康熙末年，四川实行摊丁入地。雍正二年（1724）直隶（约今河北）开始通省均摊；同年，福建实行各州县摊征。四年，云南实行民田与屯田分别摊征，山东实行民、灶田分别摊征，同时还有浙江、陕西摊丁入地。五年，河南、甘肃、江西实行摊丁入地。六年，江苏、安徽、广西实行各州县分别均摊。七年，湖南、湖北实行摊丁入地。九年，山西试行丁归地粮，直至光绪六年（1880）全省才完成摊丁入地工作。乾隆十二年（1747），台湾实行摊丁入亩。四十二年，贵州亦完成摊丁入亩。道光二十一年（1841），盛京（今辽宁沈阳）把无业穷丁丁银摊入地亩；有产之家，仍不在其内。光绪八年，吉林实行摊丁入地。至此，全国绝大多数省、府都实行了摊丁入地的赋役制度。

各省摊丁入地做法不尽相同，有的摊丁于地赋银，有的摊丁于地粮，有的则摊丁于地亩；或全省均摊，或各府州县分摊；有的民田与灶地、屯田分别摊征，有的通省地粮内均匀带征；个别者只将无业穷丁摊丁入地，有产之家仍不在其内。各省的科则每两地赋银（或田赋银，或粮一石、地一亩）所摊丁银由一厘有奇至二三钱不等。以后，各项差役、加征苛派亦陆续归入田赋，完成了赋役制度的改革。

由于摊丁入地是将丁银摊入田赋、地亩征收，所以，无地的农民和其他劳动者摆脱了千百年来的丁役负担；地主的赋税负担有所加重，也在一定程度上限制或缓和了土地兼并；而少地农民的负担则相对减轻。同时，政府也放松了对户籍制度的控制，农民和手工业者从而可以自由迁徙，出卖劳动力。这些有利于调动广大农民和其他劳动者的生产积极性，促进社会生产的发展。

【除豁匠籍】

清初采取的解除手工业者对国家的封建人身依附关系的措施。顺治二年（1645），清政府鉴于自明嘉靖时匠户改征代役银之后匠籍已经日益混乱的现象，宣布“除豁直省匠籍，免征京班匠价”，明令废除匠籍制度，手工业工匠不再交纳班匠代役银（即匠班银）。十五年，工部因京师“工程尚繁，需用不赀”，又恢复了班匠银的征收。但当时许多地方早已籍存丁亡，已不可能再按匠丁征银，只得佥派民户代纳，或由官府自行赔补。由于班匠银数量较少，如浙江平湖县只有一百九十余两，若归入条鞭（见一条鞭法）或摊入地亩（见摊丁入地），民户负胆并不特别加重，而银额则可得到保证，清政府乃于康熙三年（1664）规定班匠银改入条鞭内征收；从三十六年起，以浙

江为始，各省又陆续将其摊入地亩。随着代役银负担的解除，匠籍制度实际不再存在。

与废除匠籍同时，清政府还一再严令禁止各地以“当官”为名对工匠实行种种科派和力役。官手工业中普遍采用雇募办法向各省征调工匠。原在内务府及各地其他官手工业中服役的工匠也免除了“住坐”、“存留”名色，计工领取工银月米。

废除匠籍是在封建社会后期的发展，特别是商品经济发展的形势下，广大匠户不断斗争的结果。匠籍废除以后，匠户就摆脱了对国家的封建人身依附，获取了自由身份。

【开豁为良】

清代改变某些贱民法律地位的措施。处于清代社会最低层的是包括奴婢、隶卒、倡优、乐户、惰民、丐户、九姓渔户、疍户和细民（即佃仆）的贱民等级。其中奴婢占绝大多数；惰民、丐户、九姓渔户和细民则只存在于特定地区，人数较少。清代法典明确规定奴婢、隶卒等人的法律地位低下。他们不得列于士农工商四民的名籍，只准许从事被人贱视的职业，如男子作小手艺、小买卖、吹鼓手、抬轿子；女子当伴娘、收生婆等。不许读书、应举、做官，不准与良人通婚，等等。自雍正元年（1723）开始，清廷发出一系列诏令，开豁某些贱民为良民。雍正元年下令，削各省乐籍及浙江惰民、丐户籍，令其改业为良；五年决定将皖南伴傥、世仆开豁为良；七年将粤东疍户与齐民一体编查；八年除常熟、昭文（今江苏常熟）丐户丐籍，列为编民。乾隆三十四年（1769）规定，准将徽州（今安徽歙县）、宁国（今安徽宣城）、池州（今安徽贵池）三府未立文契的细仆开豁为良。嘉庆十四年（1809）重申关于将皖南细民与乐户、惰民、丐户一样削籍并改业为良的命令。这些贱民被豁贱籍后，除在日常实际生活中仍被贱视外，政治上，被豁者本人也不能立即取得良民应有的全部权利。他们被准许从事农业或手工业、商业，甚至也可习文读书，但不得应试出仕或捐纳为官。直至其第四代孙，在本族亲友均系清白自守的条件下，方准报捐应试。但开豁为良为贱民脱离贱籍解除了法律禁令，是对这一部分人的生产力的解放。

【捐输、捐纳、捐例】

清代商民向朝廷报效银两，或为获得官衔输纳银两，或对地方修建文庙等公益事项捐献财物，及其朝廷所定的相关章程。

捐输清中叶以前，遇有国家庆典、筹集军饷、皇帝巡幸、工程建设等浩繁开支，准许巨商富民捐款报效，曾举办临时性捐输。如顺治二年（1645）豫亲王多铎南征，安徽祁门商人汪文德、文健兄弟捐银三十万两“犒师”。著名皇商介休范氏，在康雍乾三朝，出私财支援军需，并输送大批军粮到西征准噶尔前线。乾隆时，大小金川之役，历时五年，两淮、两浙、河东、山西、长芦等地盐商捐银总计达一千万两。乾隆帝六次南巡江浙，两淮盐商承办差务，每次捐银百万两；两浙、长芦盐商亦捐献数十万两。乾隆帝为酬答输诚，命将盐商

中原有职衔已至三品者，皆加“奉宸院卿”衔；未至三品者加“按察使”衔，加顶戴一级。这些虽是空头官衔，但表示了皇帝的恩宠。其后，捐输定为常例，在国家正项财政收入中，列有捐输名目。清末，《辛丑条约》签订后，为筹措庚子赔款，在四川等地所征的田赋附加税，亦称捐输。

捐纳封建社会政府实行的捐官制度。以捐纳一定数额的银两获得授予的官衔（虚衔或实职）。秦王政（始皇帝）四年（前243），因蝗虫大疫，准百姓纳粟千石或自愿徙边者拜爵一级（见爵制）。汉多买爵。文景时期，接受晁错建议，下诏准许民人入粟塞下以拜爵、免罪。捐纳之例始此。以后历代封建政权多沿袭。清顺治六年，以军旅繁兴，岁入不给，开始实行监生、吏典的捐纳，非生员出身欲入仕途者，必先“纳粟入监（国子监）”，但不一定就读。康熙十三年（1674）因平定三藩之乱，实行捐纳以补军费不足，至十六年，收入银二百余万两，捐纳知县五百余人。侍郎宋德宜上疏认为“与吏治有碍”，请停。康熙帝为防止捐官滥用职权，曾规定：“捐纳官到任三年，称职者具题升转；不称职者题参。”但实际上不可能贯彻执行。三藩之乱后一度停捐，后陕西灾荒、修永定河工及青海用兵，又开捐例。雍正时因西北用兵，耗饷甚多，财政拮据，开捐纳以弥补，除道府不准捐纳，以下各官皆可捐纳，并扩大到武职。乾隆帝即位时，与准噶尔议和后（见平定准噶尔），大军渐撤，军费税减，下诏停止捐纳，只保留“纳粟入监”。到乾隆后期，各省或停或复不一。其时文官可捐至道府、郎中，武官可捐至游击。

鸦片战争后，清廷财政支出激增，兼之战乱、灾荒频仍，于是广开捐例，京官郎中以下，外官道台以下均可捐纳。由于捐纳盛行，吏治更加败坏，成为一大弊政。捐一州县，所费无多，有财力者子弟相沿，争为垄断；无力者称贷而至，也易于补偿。甚至有人花钱为尚在髫龄的孩童捐一官衔，俟长大时再花钱活动补缺。捐纳不限额，无官之人顷刻之间可以得官，低级官员可以高升，受处分的可以免除处分，被革职的可以开复。到清末，各省捐纳人员已无法安插。大批腐朽昏庸的官吏和贪污现象，使社会矛盾不断激化。

捐例亦称“事例”。封建政府所订捐官章程，分暂时事例和现行常例两种。顺治时招民授职，捐银约七八千两，亦有至万金者，但仍行考试，文理通顺者为知县，不通者改授守备。此捐例之始。康雍时期，只捐虚衔，不能作实官。虚衔之外，还有封典，使祖父母、父母也可以由此穿戴品官的服饰。清代后期，将捐款列为正项财政收入，虚衔之外可以捐实官。捐什么官，要多少银子，皆明订章程。京官郎中以下，外官道台以下，都可按规定银两数捐得。时有《海防捐例》、《河工捐例》等。捐者按数交银，谓之“上兑”，由户部发给执照为凭。据史料记载，乾隆三十九年（1774），捐郎中为九千六百两银，员外郎八千两，道员一万六千四百两，知府一万三千三百两，知县四千六百二十两，最低级的从九品小吏一百八十两。咸丰元年（1851）官价大跌，计郎中六千九百两，员外郎五千七百六十两，道员一万一千八百两，知府九千五百七十两，知县三千三百两，从九品小吏一百二十

六两。晚清时每况愈下，光绪年间，道员只需四千七百两，知县一千两。

清代官员出身，经科举考试的谓之科班，是为正途；经财物捐纳的谓之捐班，视为异途。在官场中，前者较受人尊重，后者往往为人轻视。清统治者为捐纳制度虚伪掩饰，故《大清会曲》不载。

二、农业史话

【神农氏】

在我国古史传说中，有一位有巢氏，他在树上栖宿，以采集坚果和果实为生；有一位燧人氏，他发明钻木取火，教人捕鱼为食；又有一位庖牺氏，他发明网罟，领导人民从事大规模渔猎活动。在庖牺氏以后，出现了神农氏，他是农业的发明者。在这以前，人们吃的是行虫走兽、果菜螺蚌，后来人口逐渐增加，食物不足，迫切需要开辟新的食物来源，神农氏为此遍尝百草，他多次中毒，又幸运地找到解毒方法，历尽千难万险，终于选择出可供人类食用的谷物。接着又观察天时地利，创制斧斤（斤亦斧类，它和斧都是砍伐林木的工具）耒耜，两种直插式翻土农具，详见下节），教导人们种植谷物。于是，农业出现了，医药也顺带产生了。在神农氏时代，人们还懂得了制陶和纺织。

应该怎样看待这些神话传说呢？显而易见，上述一系列发明，不可能是某位英雄或神仙的恩赐，而是原始人类在长期生产斗争中的集体创造。但在没有文字记载的时代，原始人类的斗争业绩只能通过口耳相传的方式被世代传述着，在这过程中，它被集中和浓缩，并糅进原始人类的某些愿望和幻想，从而凝结为绚丽多彩的神话式的故事和人物。进入阶级社会以后，人们又往往用后世帝王的形象去改造他们。我们如果剔除这些后加的成分，就可以透过神话的外壳，发现真实的历史内核。例如，有巢氏、燧人氏和伏羲氏反映了我国原始时代采猎经济由低级向高级依次发展的几个阶段，神农氏则代表了中国农业发生和确立的一整个时代，从中可以窥见，中华民族的祖先如何在采集经济的发展中，为开辟新的食物来源而发明了农业。农业的发明又如何促使社会经济发生了一系列重大的变化。

【“无字地书”】

考古学家的锄头也为我们探索农业起源开辟了新天地。目前我国已发现了成千上万的新石器时代农业遗迹，分布在从岭南到漠北、从东海之滨到青藏高原的辽阔大地上，尤以黄河流域和长江流域最为密集。

分布于黄土高原和黄河中下游大平原交接处的山麓地带的裴李岗文化和磁山文化，距今七八千年，已发现数十处遗址，构成黄河流域已知最早的农业区。该地原始居民已把种植业作为最重要生活资料来源，主要作物是俗称谷子的粟。磁山遗址曾发现 88 个堆放着黄澄澄的谷子的窖穴，原储量估计达 13 万斤。出土农具有砍伐林木用的石斧、翻松土壤用

的石铲、收获庄稼用的石镰和加工谷物用的石磨盘、石磨棒等，制作精致，配套成龙。饲养的家畜有猪、狗、鸡，可能还有黄牛。除了种谷和养畜外，人们还使用弓箭、鱼镖、网罟等进行渔猎，并采集榛子、胡桃等作为食物的补充。在这些遗址中有半地穴式住房、储物的窖穴、制陶的窑址和公共墓地等，组成定居的原始聚落。分布于陕南的李家村文化和分布于陇东的大地湾文化，与裴李岗文化、磁山文化年代相当，经济面貌相似。如甘肃秦安大地湾遗址，发现了距今7000多年的栽培黍遗存。这些文化，人们统称之为前仰韶文化。黄河流域的农业文化就是在它的基础上发展起来的。距今7000年至5000年的仰韶文化时期，农业遗址遍布黄河流域，其中有几十万平方米的大型定居农业村落遗址。距今5000年到4000年的龙山文化时期，黄河流域的农牧业更加发达，已经有了比较稳定的剩余产品，大量口小底大、修筑规整的储物窖穴和成套酒器的出土就是明证。正是在此基础上，制石、制骨、制玉、制陶的专业工匠均已出现，阶级分化相当明显，文明的曙光已经展现在人们面前了。

与前仰韶文化、仰韶文化、龙山文化相对应的，黄河上游地区有大地湾文化、马家窑文化和齐家文化，黄河下游地区有北辛文化、大汶口文化和山东龙山文化，它们是彼此联系而又各具独立性的粟作定居农业文化。

长城以北的东北、内蒙古、新疆等地，亦发现了多处新石器时代农耕遗址。在另一些遗址中，渔猎在相当长时期内仍占重要地位。

前仰韶文化虽然是黄河流域已知最早的农业文化，但这里的农业绝不是刚刚发生的。从我国和世界上近世尚处于原始农业阶段的民族的情况看，农业发生之初一般经历过刀耕农业阶段。这时人们往往选择山林为耕地，把树木砍倒、晒干后烧掉，不经翻土直接播种。这种耕地只种一年就要抛荒，因此年年要另觅新地重新砍烧。这叫生荒耕作制。这一时期的农具只有砍伐林木用的刀、斧和挖眼点种用的尖头木棒，人们仍然过着迁徙不定的生活。我国古史传说中有所谓烈山氏，据说他的儿子名“柱”，“能殖百谷百蔬”，夏以前被祀为农神——“稷”。所谓“烈山”，就是放火烧荒，所谓“柱”就是挖眼点种用的尖头木棒，它们正代表了刀耕农业中两种相互连接的主要作业，不过在传说中被拟人化了。这是我国远古确曾经历过刀耕农业阶段所留下的史影。原始农业继续发展，人们制造了锄、铲一类翻土工具，懂得在播种前把土壤翻松，这样，一块林地砍烧后可以连续种几年再抛荒，这叫熟荒耕作制。这时生产技术的重点逐渐由林木砍烧转移到土地加工上，人们也由迁徙不定状态过渡到相对定居。这就是锄耕农业阶段。前仰韶文化显然已进入锄耕农业阶段。因此，黄河流域农业的起始，还应往前追溯一段相当长的时间。

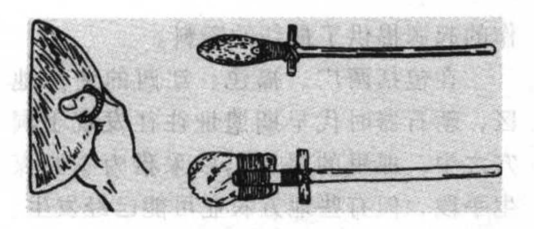
以前人们往往把黄河流域看作我国上古农业文化的唯一中心，认为长江流域及其南境的农业是由黄河流域传播过去的。考古发现已经根本否定了这种观点。长江流域是我国农业起源的另一个中心，不但起源很早，而且有着与黄河流域显著不同的面貌。在长江下游，距今将近7000年的浙江余姚河姆渡遗址和

桐乡罗家角遗址出土了丰富的栽培稻遗存。如河姆渡遗址第四文化层有几十厘米厚的大面积的稻谷、稻草和稻壳的堆积物，估计折合原有稻谷 24 万斤。人们用牛肩胛骨做成大量骨耜，估计是用来开沟或翻土的，这说明当地水田农业已进入熟荒耕作的锄（耜）耕农业阶段。饲养的家畜除北方也有的猪、狗外，还有北方罕见的水牛。采集渔猎仍较发达，人们能够驾着独木舟到较远的水面去捕鱼，采集物中有菱角等水生植物，反映了水乡的特色。住房也和北方地穴、半地穴式建筑不同，是一种居住面悬空的干栏式建筑。70 年代河姆渡遗址上述发现曾使国内和国际考古界为之震动，它说明长江流域和黄河流域一样，都是中华农业文化的摇篮。继河姆渡文化以后，经过马家滨文化进入良渚文化（距今 5000 年前后），长江下游的水田农业更为发达，人们使用石犁耕作，农作物种类更多，又懂得利用苎麻和蚕丝织布。作为礼器的精致的玉制品的出现和明显的阶级分化迹象，则标志着文明时代的破晓。

在长江中游的湖北、湖南、四川等省，也有发达的稻作农业。80 年代末，在距今 9000 年的湖南澧县彭头山遗址中发现了包含在陶片和红烧土中的碳化稻谷，是人们在制陶和砌墙时羼入稻壳，因而被保存下来的。这是迄今中国和世界上最早的稻作遗存之一。相似的农业遗址在洞庭湖西北的湖南澧水流域和湖北西部三峡口附近已发现多处，表明这一地区的原始居民早在距今八九千年的新石器时代早期已从事原始稻作。最近在湖南道县王蟾岩遗址，又发现了距今 10000 年的栽培稻，这些为探索我国稻作的起源提供了最新的资料。

在包括两广、福建、江西的南方地区，新石器时代早期遗址往往发现于洞穴之中，那里的居民仍以采猎为主要谋生手段，但有些地方农业可能已经发生。如广西桂林甑皮岩遗址早期文化层距今已有 9000 年以上，出土了国内外已知最早的家猪遗骨，还有粗制的陶片，这些应与定居农业有关；该遗址出土的磨光石斧、石锛和短柱形石杵，则可能是早期农业工具。在山西万年县仙人洞和吊桶岩遗址，也发现了距今 10000 年的栽培稻遗存。在以后的发展中，部分原始居民在岗地和谷地建立了村落，从事稻作农业，另一些原始居民则在濒临河湖地区以捕捞为生，同时经营农业。此外，云南、贵州、西藏和台湾都发现了距今 4000 年上下以至更早的农业遗址。

从世界范围看，农业起源中心主要有三个：西南亚、中南美洲和东亚。东亚起源中心主要就是中国。中国原始农业具有与世界其他地区明显不同的特点。在种植业方面，中国以北方的粟黍和南方的水稻为主，不同于西亚以种植小麦大麦为主，也不同于中南美洲以种植马铃薯、倭瓜和玉米为主。在畜养业方面，中国最早饲养的家畜是狗、猪、鸡和水牛，猪一直是主要家畜。中国也是世界上最早养蚕缫丝的国家，不同于西亚很早就以饲养绵羊和山羊为主，更不同于中南美洲仅知道饲养羊驼。中国的原始农具，如翻土用的手足并用的耒耜，收获用的掐割谷穗的石刀，都表现了不同于其他地区的特色。我国距今七八千年已有相当发达的原始农业，农业起源可追溯到距今一万年左右，亦堪与西亚相伯仲。总之，中国无疑是独立发展、自



耒耜和石刀（原始社会）

成体系的世界农业起源中心之一。

【沟洫】

农业可以划分为原始农业、传统农业和现代农业等不同历史形态，它们是依次演进的。使用木石农具，砍伐农具占重要地位，刀耕火种，撂荒耕作制，是原始农业生产工具和生产技术的主要特点，它基本上是与考古学上的新石器时代相始终的。传统农业以使用畜力牵引或人工操作的金属农具为标志，生产技术建立在直观经验基础上，而以铁犁牛耕为其典型形态。我国在公元前2000多年前的虞夏之际进入阶级社会，黄河流域也就逐步从原始农业过渡到传统农业。从那时起，我国传统农业一直延续到近代，至今仍处于由传统农业向现代农业的转化之中。

在漫长的传统农业时代，农业生产力并非处于一成不变的停滞状态，而是不断发展变化的。根据传统农业生产力发展的不同状况，我国原始农业以后的传统农业时代可以划分为从虞夏到春秋、从战国到南北朝、从隋到元和明清等四个发展阶段。

虞、夏、商、西周、春秋是第一阶段，这是从原始农业向传统农业过渡的时期，也是精耕细作农业体系萌芽的时期。这一时期我国政治经济重心在黄河流域，而黄河流域的农业是以沟洫农业为其主要标志的。淮河秦岭以北的黄河流域属暖温带干凉气候类型，年雨量400—750毫米，虽不算充裕，但集中于高温的夏秋之际，有利于作物生长。不过降雨量受季风进退的严重影响，年变率很大，黄河又容易泛滥，因此经常是冬春苦旱，夏秋患涝，尤以干旱为农业生产的主要威胁。黄河流域绝大部分地区覆盖着原生的或次生的黄土，平原开阔，土层深厚，疏松肥沃，林木较稀，极便原始条件下的垦耕。这种自然条件，使黄河流域最早得到大规模开发，在相当长时期内是全国经济政治重心所在，同时也决定这里的农业是从种植粟黍等耐旱作物开始的，防旱保墒（指土壤适合种子发芽和作物生长的湿度）一直是农业技术的中心，即属于旱地农业的类型。

【耒耜与青铜农具】

从虞、夏到春秋，我国农业仍保留了从原始农业脱胎而来的明显印痕，木质耒耜的广泛使用就是突出表现之一。

如前所述，耒耜起源于传说中的神农氏时代。所谓耒，最初是在点种用的尖头木棒下安装一根踏脚横木而成；后来又出现了双尖耒。如果尖头改成平刃，或安上石、骨、蚌质的刃片，就成了耜。史前考古发现的“石铲”、“骨铲”，很多实际上就是不同质料的耜冠。我国的锄耕农业是以使用耒耜为特色的。因为这种手推足蹠直插式翻土工具，很适合在土层深厚疏松、呈垂直柱状节理的黄土地区使用。早在原始锄耕农业阶段，我国先民就在黄河流域用耒耜垦辟了相当规模的农田。如上述磁山遗址存粮斤

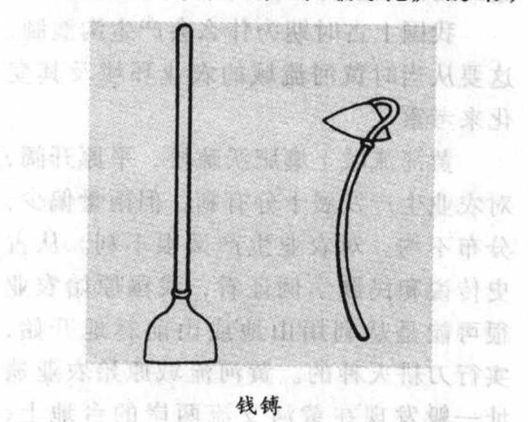
数以十万计，没有千亩以上农田在当时是不可能做到的。仰韶文化、龙山文化农田面积应当更大。这已不是在居住地附近小打小闹的园篱农业，而属于田野农业了。这就是说，我国是在使用耒耜的条件下发展了田野农业，并由此奠定了进入文明时代的物质基础。埃及、希腊等国文明时代破晓之时已经使用铜犁或铁犁了，而我国先民却是带着耒耜进入文明时代的。

虞、夏至春秋是我国考古学上的青铜时代。青铜是铜和锡的合金，用它制造工具，比木石工具坚硬、锋利、轻巧，这是生产力发展史上的一次革命。这一时期，主要手工工具和武器都是用青铜制作的，在农业生产领域，青铜也获得日益广泛的应用。商代遗址中已有铸造青铜镬（觉）的作坊，并出土了镬范，表明青铜镬已批量生产。镬类似镐，是一种横斫式的翻土农具，用于开垦荒地，挖除根株。这大概是青铜占领的第一个农事领域。周人重中耕，中耕农具也是青铜制作的。《诗经》中记载中耕用的“钱”和“镈”，即青铜铲和青铜锄。由于它们使用日益广泛，为人们所普遍需要和乐于接受，在交换中被当作等价物，以致演变为我国最早的金属铸币。我国后世的铜币，虽然形制已经变化，但仍沿袭“钱”这一名称，影响至于今日。青铜镰出现也很早，还有一种由石刀演变而来，用于掐割谷穗的青铜爪镰，这就是《诗经》中提到的“艾”和“铚”。不过当时石镰、石刀、蚌镰等仍大量使用，而且延续时间颇长。至于翻土、播种、挖沟，主要仍然使用耒耜。周代耒耜已有安上青铜刃套的。但数量不多，耒耜基本上是木质的，在反映周代手工业生产情况的《考工记》中，青铜农具（被称为“镈器”）生产由“段氏”掌管，木质耒耜制作则由“车人”掌管。在殷周时代，木质耒耜的使用甚至比前代有所增加。这是因为在已经使用青铜斧锛等工具的条件下，可以生产出比以前更多更好的木质耒耜来。总之，青铜工具已日益在农业生产中占居主导地位，但由于青铜在坚硬程度和原料来源等方面均不如铁，它没有也不可能在农业生产领域把木石农具完全排斥掉。

在铁器时代到来以前，耒耜一直是我国主要耕具，这是我国上古农业史的重要特点。在进入铁器时代以后，耒耜仍以变化了的形式继续在农业生产中发挥重要作用。铁器时代的耒耜已被广泛地安上金属刃套，刃部加宽，器肩能供踏足之用，原来踏足横木取消，耒耜就发展为锸，这就是直到现在还在使用的铁锹的雏型。把耒耜的手推足蹠上下运动的启土方式改变为前曳后推水平运动的启土方式，耒耜就逐步发展为犁。由于犁是从耒耜发展而来的，在相当长时期内还沿袭着旧名。如唐代陆龟蒙的《耒耜经》，实际上就是讲耕犁的。

以沟洫为标志的农业体系

先秦时代有一本叫《周礼》的书，



钱镈

里面记载了完整的农田沟洫系统。沟洫是从田间小沟——畎开始，以下依次叫遂、沟、洫、浍，纵横交错，逐级加宽加深，最后通于河川。与沟洫系统相配合的有相应的道路系统。沟洫和道路把田野划分为一块块面积百亩的方田，用来分配给农民作份地，这就是“井田制”。这种制度，战国以后已不复存在。由于地主土地私有制下土地兼并的发展，使得富者田连阡陌，贫者无立锥之地，在这种情况下，人们眷念、向往以至企图恢复这种人人有田耕，家家不忧贫的沟洫井田制，但都没有成功。近世学者对与井田制相联系的沟洫制度议论纷纷，见仁见智。一些人认定《周礼》所记农田沟洫是灌溉渠系，是后人编造的乌托邦，认为战国以前根本不可能建造这样完备的农田灌溉渠系。晚近的研究证明，《周礼》所设计的农田沟洫体系是用于排水的，根本不同于战国以后的农田灌溉渠系。因为用于灌溉的渠系，应从引水源开始，由高而低，把水引到田面。《周礼》所载恰恰相反，由田间小沟开始，由浅到深，由窄到宽，而汇于河川。因此，它虽然经过编者的理想化和整齐化，但毫无疑问是以上古时代确实存在过的沟洫制度为原型的。

我国上古时期为什么会产生沟洫制，这要从当时黄河流域的农业环境及其变化来考察。

黄河流域土壤肥沃疏松，平原开阔，对农业生产发展十分有利，但雨量偏少，分布不均，对农业生产又很不利。从古史传说和民族学例证看，我国原始农业很可能是从利用山地或山前林地开始，实行刀耕火种的。黄河流域原始农业遗址一般发现在黄河支流两岸的台地上，这表明当时的农业与黄河泛滥无关，人们并不懂得灌溉。从原始社会末期开始，黄河流域居民逐步向比较低平的地区发展农业。这些地区土壤比较湿润，可以缓解干旱的威胁，但却面临一系列新的问题。黄河流域降雨集中，河流经常泛滥，平原坡降小，排水不畅，尤其是黄河中下游平原由浅海淤成，沼泽沮洳多，地下水位高，内涝盐碱相当严重。要发展低地农业，首先要排水洗碱，农田沟洫体系正是适应这种要求而出现的。相传夏禹治水的主要工作之一就是修建农田沟洫，把田间积水排到川泽中去，在此基础上恢复和发展低地农业。商周时期也很重视这一工作，当时常常“疆理”土地，即划分井田疆界，它包含了修建农田沟洫体系的内容，每年还要进行检查维修。我国上古农田称作“畎亩”，也是农田沟洫普遍存在的反映。“畎”（田间小沟）是沟洫系统的基础，修畎时挖出的土堆在田面上形成一条条长垄，就叫作“亩”，庄稼就种在亩上。“畎亩”是当时农田的基本形式，故成为农田代称。这是一种垄作形式的旱地农业，而不是灌溉农业。

农田沟洫不是孤立存在的，它是当时农业技术体系的核心和基础。例如，我国古代很重视中耕（包括作物生长期间在行间间苗、除草、松土和培壅等工作），外国人有称我国农业为“中耕农业”的。中耕，甲骨文中已有反映，周代记载更多，周王每年要在籍田中举行“耨（除草）礼”，还出现了专用的中耕农具“钱”和“镈”。中耕是以条播为前提的。根据《诗经》记载，条播可追溯到周族始祖“弃”生活的虞夏之际。而中耕和条播都是以农田的畎亩结构为

基础的。因为作物种在“亩”（长垄）上，为条播和中耕创造了必要的条件。人们花了那么大的力气修建了农田沟洫，自然不会轻易抛荒，这就促进了休闲制代替撂荒制。《周礼》中有“一易之田”和“再易之田”，即种一年休一年和种一年休两年的田。《诗经》等文献中有“菑（资）”、“新”、“畬”的农田名称，菑是休闲田，新和畬分别是开种第一年和第二年的田；三年一循环，类似于西欧中世纪的三田制。

耦耕是我国上古普遍实行的农业劳动方式，是以两人为一组实行简单的协作，其起源亦与农田沟洫制度有关。当时的主要耕具，无论是尖锥式的耒，还是刃部较窄的平刃式的耜，由于手足并用，入土较易，但要单独翻起较大土块却有困难。解决的办法是两人以上多耜（耒）并耕。不过在挖掘沟畎时，人多了又相互挤碰，而两人合作最合适，由此形成耦耕的习惯，又与农村公社原始互助习俗相结合而固定化，逐步推广到其他各种农活儿中去。

可以说，从虞夏到春秋，我国黄河流域农业体系是以沟洫制为主要标志的，我们称之为沟洫农业。在沟洫农业的形式下，耕地整治、土壤改良、作物布局、良种选育、农时掌握、除虫除草等技术都有初步发展，精耕细作技术已经萌芽于其中了。

沟洫制产生于原始社会末期，约相当于传说中的黄帝时代。那时，私有制已经产生，但是兴修农田沟洫系统不是分散的个体家庭所能为的，它要依靠集体力量进行，保持和加强土地公有制因之成为必要。这就使以土地公有私耕为根本特征的农村公社得以产生并在阶级社会中延续下去。所谓井田制就是农村公社及其变体。井田制和沟洫制是互为表里的。耒耜、沟洫、井田三位一体，是我国上古农业的重要特点，也是我国上古文明的重要特点。

五谷、六畜及其他

虞、夏、商、西周、春秋时期黄河流域农业以种植业为主体，在种植业中又以谷物生产为中心，畜牧业也相当发达，与定居农业相联系的蚕桑生产获得发展，渔猎采集在经济生活中仍占一定地位。

在农业发生之初，人们广泛进行栽培试验，往往多种作物混种在一起，故有“百谷百蔬”之称。以后，逐步淘汰了产量较低、品质较劣的作物，相对集中地种植若干种产量较高、质量较优的作物，于是形成了“五谷”、“九谷”等概念。“五谷”一称，始见于春秋末年；它的所指，汉人已有不同解释，反映不同地区不同时代的差别，但大同而小异。把文献记载和考古发现相对照可以看到，我国先秦时代主要粮食作物是粟（亦称稷）、黍、大豆（古称菽）、小麦、大麦、水稻和大麻（古称麻）。以后历朝的粮食种类和构成是在这一基础上发展变化的。

从原始时代到商周，粟黍是黄河流域、从而也是全国最主要的粮食作物。它们是华夏族先民从当地的狗尾草和野生黍驯化而来的。它们抗旱力强，生长期短，播种适期长，耐高温，对黄河流域春旱多风、夏热冬寒的自然条件有天然的适应性，它们被当地居民首先种植不是偶然的。上述特点黍更为突出，最适合作新开荒地的先锋作物，又是酿酒的好原料。在甲骨文和《诗经》中，黍

出现次数很多。春秋战国后，生荒地减少，黍在粮食作物中的地位下降，但仍然是北部、西部地区居民的主要植物性粮食。粟，俗称谷子，脱了壳的叫小米。粟中黏的叫秫，可以酿酒。粱是粟中品质好的，贵族富豪食用的高级粮食。粟营养价值高，有坚硬外壳，防虫防潮，可储藏几十年而不坏。唐代大诗人李白说："家有数斗玉，不如一盘粟。"从原始农业时代中期起，粟就居于粮作的首位，北方人民最大众化的粮食。粟的别名稷，用以称呼农神和农官，而"社（土地神）稷"则成为国家的代称。粟的这种地位延续至唐代。

水稻是南方百越族系先民首先从野生稻驯化的，长期是南方人民主粮，原始社会晚期扩展到黄河、渭水南岸及稍北。相传大禹治水后，曾有组织地在卑湿地区推广种稻。

我国是世界公认的栽培大豆的起源地，现今世界各地的栽培大豆，都是直接或间接从我国引进的，这些国家对大豆的称呼，几乎都保留了我国大豆古名"菽"的语音。根据《诗经》等文献记载，我国中原地区原始社会晚期已种大豆，而已知最早的栽培大豆遗存，发现于吉林永吉县距今2500年的大海猛遗址。大豆含丰富的蛋白质、脂肪、维生素和矿物质，被誉为"植物肉"，对肉食较少的农区人民的健康有重大意义。大豆根部有能固氮肥地的根瘤，古人对此早有认识，金文中的"尗"（菽的初文）作"朩"形，是大豆植株形象，一横表示地面，其上是生长着的豆苗，其下是长满根瘤的根。反映我们的祖先的观察是多么细致和敏锐。

小麦、大麦原产于西亚，对中原来说都是引进作物。我国古代禾谷类作物都从禾旁，唯麦从来旁。来字在甲骨文中作"來"，正是小麦植株的形象，麦穗直挺有芒，加一横似强调其芒。小麦最早就叫"来"，因系引进，故甲骨文中的"来"字已取得表示"行来"的意义；于是在"来"字下加足（麥）作为小麦名称，形成现在的"麦"字。小麦很可能是通过新疆河湟这一途径传入中原的（西部民族种麦早于中原）。在新疆孔雀河畔的古墓沟遗址，发现了距今3800年的小麦遗存。近年甘肃民乐东灰山出土距今5000余年的麦作遗存。有关文献表明，西方羌族有种麦食麦的传统。周族在其先祖后稷时已种麦，可能出自羌人的传授。但小麦传进中原后却在东部地区发展较快。

大麻原产我国华北，目前黄河流域已出土原始社会晚期的大麻籽和大麻布。"麻"字始见于金文。《诗经》等古籍中有不少关于"麻"的记载，并区分其雌雄植株（附带指出，这种对植物性别的认识，在世界上是最早的）：雌麻称苴，其子称黂，可供食用，列于"五谷"；雄麻称枲，其表皮充当衣着原料。

我国种植蔬菜至少始于仰韶文化时代，甘肃秦安大地湾遗址出土了油菜（古称芸或芸苔）种籽，陕西西安半坡遗址出土了十字花科芸苔属蔬菜种籽，郑州大河村遗址出土了莲子，浙江河姆渡遗址则出土了葫芦籽。《诗经》记载的蔬菜种类不少，可确定为人工栽培的有韭、瓜（甜瓜）和瓠（葫芦）。稍后见于记载的有葵（冬苋菜）、笋（竹笋）、蒜和分别从北方和南方民族传入的葱和姜。

作为谷物的补充的蔬菜和果树，最

初或者和谷物混种在一起，或者种于大田疆畔、住宅四旁。商周时代，逐渐出现了不同于大田的园圃。它的形成有两条途径：其一是从囿分化出来。上古，人们把一定范围的土地圈围起来，保护和繁殖其中的草木鸟兽，这就是囿，有点类似现在的自然保护区。在囿中的一定地段，可能种有某些蔬菜和果树。最初是为了保护草木鸟兽，而后逐渐发展为专门种植。其二是从大田中分化出来。如西周有些耕地春夏种蔬菜，秋收后修筑坚实作晒场。春秋时代形成独立的园圃业，这时园圃经营的内容与后世园艺业相仿，种蔬菜和果树，也往往种一些经济林木。

商周时以粮食生产为中心的种植业相当发达。甲骨文中有仓字和廪字，商人嗜酒成癖，周人认为这是他们亡国的重要原因，可见有相当数量剩余粮食可供其挥霍。《诗经》中有不少农业丰收的描述，贵族领主们在公田上收获的粮食堆积如山，“乃求千斯仓，乃求万斯箱”。不过，在当时木石农具与青铜农具并用的条件下，耕地的垦辟、种植业的发展毕竟有很大的局限性。当时的耕地主要集中在各自孤立的都邑的周围，稍远一点的地方就是荒野，可以充当牧场，所以畜牧业大有发展地盘。而未经垦辟的山林川泽还很多，从而形成这一时期特有的生产部门——虞衡。

在我国，与“五谷”相对应的有“六畜”，为人们所乐道。这个词也是春秋人先说出来的。“六畜”的含义比较明确，指马、牛、羊、猪、狗、鸡。这里的“畜”，犹言家养。这是就黄河流域情形概括的。它们在我国新石器时代均已出现，在商代甲骨文中，表示六畜的字已经齐全。据近人研究，六畜的野生祖先绝大多数在我国本土可以找到，说明它们是我国先民独立驯化的。我国是世界上最早养猪的国家。在新石器时代遗址出土的家畜遗骨中，猪占绝对优势。从那时起，猪一直是我国农区的主要家畜；这是和定居农业相适应的。在农区，不论地主农民，几乎家家养猪。汉字的“家”从“宀”从“豕”，豕即猪。羊也是中原农区重要肉畜。而原来居住在青海甘肃一带的羌人，很早就形成以羊为主的畜牧经济，因而被称为“西戎牧羊人”。人类饲养马和牛起初也是为了吃肉。中原地区牛马转为役用传说在黄帝时代，“服牛乘马，引重致远”。这里的“乘”不是骑，而是驾车。我国大概是最早用马驾车的国家。商周时打仗、行猎、出游都用马车。狗是人类最早饲养的家畜，最初是作为人类狩猎的助手。进入农业社会以后，狗除继续用于狩猎和守卫以外，也是人类肉食来源之一。鸡是我国人民最早饲养的家禽。以前人们认为家鸡起源于印度，但磁山遗址出土的家鸡遗骨比印度早得多，家鸡的野生祖先原鸡在我国广泛分布，我国无疑是世界上最早养鸡的国家。养鸡最初可能是为了报晓。磁山遗址家鸡多为雄性，甲骨文中的鸡字是雄鸡打鸣时头颈部的特写。但鸡很快成为常用的供食用的家禽。农民养鸡甚至比养猪更普遍。鸭和鹅是从野鸭（古称凫）和雁驯化而来的，又称舒凫和舒雁，我国人工饲养的时间不晚于商周。鸡鸭鹅合称三鸟，是我国人民肉蛋主要来源之一。

商周畜牧业很发达。商人祭祀鬼神用牲，少者数头，多者动辄上百上千。周人牧群数量也相当可观。进入春秋后，

畜牧业继续在发展，尤其是各国竞相养马，兵车数量迅速增加。

我国是世界上最早养蚕缫丝的国家，而且在很长时间内是唯一这样的国家。世界上许多国家最初的蚕种和养蚕技术，都是由中国传去的。野蚕本是桑树的害虫。原始人大概是在采食野蚕蛹过程中发现蚕丝是优质纤维，逐渐从采集利用到人工饲养，把野蚕驯化为家蚕。在这前后又开始了桑树的人工栽培。据古史传说，我国养蚕始于黄帝时代，据说黄帝元妃嫘祖教民养蚕，这当然只能理解为原始人群集体创造的一个缩影。距今5000年左右的河北正定南阳庄遗址出土了仿家蚕蛹的陶蚕蛹，距今4700年的浙江吴兴钱山漾遗址则出土了一批相当精致的丝织品——绢片、丝带和丝线。从目前研究看，家蚕驯化很可能是距今5000年前黄河流域、长江流域等若干地区的原始居民同时或先后完成的。从《诗经》、《左传》等文献看，先秦时代蚕桑生产已遍及黄河中下游。人们不但在宅旁、园圃栽桑，而且栽种成片的桑田和桑林。丝织品种类也很多。在棉花传到长江流域和黄河流域以前，蚕桑是我国最重要衣着原料，蚕丝织物是农牧区经济交流和对外贸易的重要物资。蚕桑成为我国古代农业中仅次于谷物种植业的重要生产项目。

虞、夏、商、西周时代，渔猎采集并没有从农业经济领域消失。甲骨文中有关田猎的卜辞和刻辞记事约占全部甲骨文的1/4。商代的田猎具有开发土地、垦辟农田、保护庄稼、补充部分生活资料和军事训练等多方面作用。当时还有许多“草木畅茂、禽兽逼人”的未开发区，在这些地区开发耕地最简单易行的方法是“焚林而田”，这样就把田猎和农业统一起来了。周代，未经垦辟的山林川泽蕴藏的丰富的野生动植物资源，仍然是人们生活资料与生产资料不可缺少的来源之一，不过取得这些资料的方式已经区别于原始农业时代掠夺式的采集和狩猎了。周代规定了若干保护山林川泽自然资源的禁令，如只准在一定时期内在山林川泽樵采渔猎，禁止在野生动植物孕育萌发和幼小时采猎，禁止竭泽而渔、焚林而狩，等等。甚至还设官管理，负责向利用山林川泽的老百姓收税，或组织奴隶仆役生产。这种官吏，称为虞或衡；而以对山林川泽自然资源的保护利用为内容和特点的生产活动，也称为虞衡。

以上我们主要介绍了本时期黄河流域农业生产概况。至于这一时期南方（长江、淮河以南）和北方（长城以北）的农业生产概况，将在以后有关章节中予以介绍。

【铁器与牛耕】

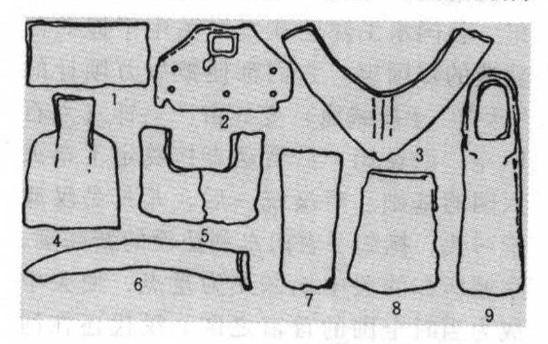
我国传统农业发展的第二阶段包括战国、秦汉、魏晋南北朝，这是黄河流域农业生产全面大发展时期，也是北方旱农精耕细作技术体系形成和成熟时期。西汉平帝时，登记在册的全国人口5900多万，百分之八九十集中在黄河流域，黄河流域已基本上获得开发，是当时全国最先进的地区。我们的介绍仍以黄河流域情况为中心。

生产力的跃进

黄河流域农业生产力的跃进是从铁器的使用开始的。中国什么时候正式进入铁器时代尚难确言，大约是西周晚期

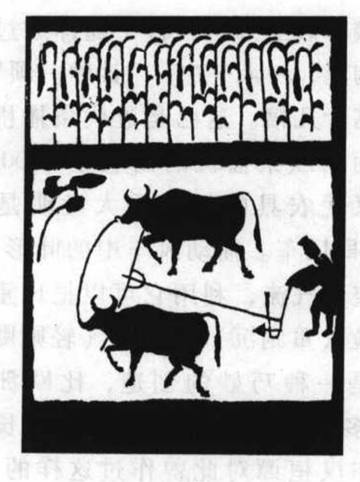
至春秋中期这一段时间。从世界史看，这并不算早，但我国冶铁技术发展很快。西欧从公元前10世纪出现块炼铁到公元14世纪使用铸铁，经历了2000多年时间，而从目前材料看，我国块炼铁和铸铁几乎是同时出现的。到春秋战国之际，我国已掌握生产可锻铸铁（又称韧性铸铁）和块炼渗碳钢的技术，比欧美同类发明领先2000年。铸铁，尤其是增强了强度和韧性的可锻铸铁的出现，有着十分重大的意义，它使生铁广泛用作生产工具成为可能，大大增强了铁器的使用寿命。我国用铁铸农器大体始于春秋中期或稍前，到了战国中期，铁农具已在黄河中下游普及开来。人们把使用铁农具耕作看得如同用瓦锅做饭一样的普通。从青铜器出现以来金属耕具代替木石耕具的过程终于完成了。铁器的使用，使农业劳动生产率大大提高，农业劳动者的个体独立性大大加强，两人协作的耦耕不再必要，井田制由此逐步崩坏，封建地主制由此逐步形成，而这一制度由战国延续至近世。

牛耕的出现可能比铁器早，但它的普及却比铁器晚。根据甲骨文中“犁”字的形象，有人推断商代已有牛耕。但即使当时牛耕已出现，犁具一定很原始，



1、2 锄；3 V字形犁；4、5 锸；6 镰；7、8、9 镬

战国铁农具

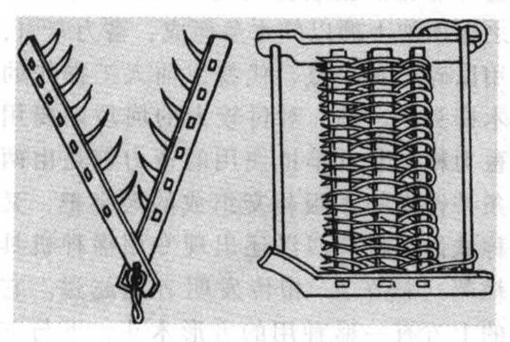


耦犁

根本不可能替代耒耜作为主要耕具的地位。春秋时已有牛耕的明确记载，有人还用牛与耕、犁等字相联系起名命字。不过，直到战国时代，牛耕并不普遍。在目前出土该时代的大量铁器中，铁犁为数甚少，而且形制原始，呈120°的V字形，没有犁壁，只能破土划沟，不能翻土作垄。大型铁铧的大批出土是在西汉中期以后。当时搜粟都尉赵过在总结群众经验基础上推广带有犁壁的大型铁铧犁，这种犁要用两头牛牵引，三个人驾驭，被称为耦犁。从此，铁犁牛耕才在黄河流域普及开来，并逐步推向全国。

从两汉到南北朝，除耕犁继续获得改进外，还出现与之配套的耱（或称耢）和耙。耱最初只是一块长板条，继之在木架上缠以软木条而成，畜力牵引，用以碎土和平整，代替以前人工操作的木榔头——耰。对付较大的坷垃则要用畜力耙。北方旱地使用的畜力耙是由两条带铁齿的木板相交组成的人字耙，又称铁齿镉榛。西汉还出现专用播种机具耧犁（耧车），相传发明者是赵过。它的上方有一盛种用的方形木斗，下与三条中空而装有铁耧脚的木腿相连通。操

作时耧脚破土开沟，种子随即通过木腿播进沟里，一人一牛，“日种一顷”，功效提高十几倍。这已是近代条播机的雏形，而西欧条播机的出现在1700年以后。汉代农具的另一重大发明是“飏扇”，即风车。摇动风车中的叶形风扇，形成定向气流，利用它可以把比重不同的籽粒（重则沉）和秕壳（轻则飏）分开，是一种巧妙的创造，比欧洲领先1400多年。谷物加工工具也有长足进步。东汉桓谭对此曾作过这样的总结：“宓戏（即庖牺氏）制杵臼，万民以济，及后世加巧，因延力借身，重以践碓，而利十倍。杵臼又复设机关，用驴赢（骡）牛马，及役水而舂，其利乃百倍。”（《新语》）杵臼是最原始的谷物加工方法之一，可能起源于采猎时代，而延续至农业时代。当时人们在地上挖浅坑，铺以兽皮，置采集的谷物于其中，用木棍舂捣，即所谓“断木为杵，掘地为臼”。我国一些少数民族近世仍有类似谷物加工法。后来用石臼代替地臼，然后又利用杠杆原理改手舂为脚踏，即桓谭所说的践碓（脚碓）。到了东汉已出现畜力碓和水碓了。晋代杜预对水碓作了改进，称为连机碓。王祯《农书》形容这种水碓是：“水轮翻转无朝暮，



北方旱地使用的耙和耱

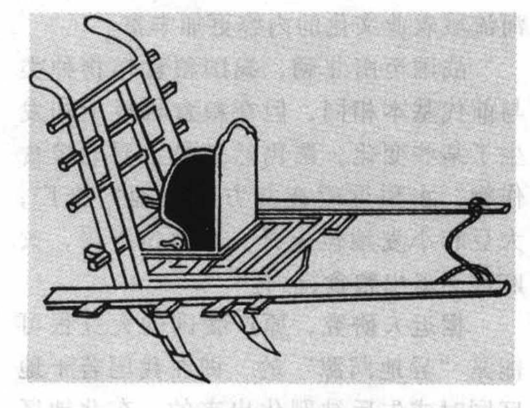
舂杵低昂间后先。”谷物加工工具的另一重大创造是石转磨。到魏晋南北朝则出现了畜力连磨和水力碾磨。这一时期还出现了新式提水灌溉农具翻车，为了叙述方便，将在下一节予以介绍。

总之，从战国到南北朝，尤其是两汉是我国农具发展的黄金时代，传统农具的许多重大发明创造，都出现于这一时期。

战国以来我国农业生产力大发展的另一个标志是大规模农田灌溉水利工程的兴建。春秋战国以前，农田灌溉在黄河流域虽已零星出现，但农田水利的重点始终在防洪排涝的沟洫工程上。进入战国，由于农田内涝积水的状况在长期耕作过程中有了较大改变，耕地也因铁器牛耕的推广扩展到更大的范围，干旱再度成为农业生产中的主要矛盾。这就产生了发展农田灌溉的迫切需要。同时，铁器的使用和工具的改进又为大规模农田水利建设提供了物质基础。铁臿成为最常用的兴修水利的工具，汉代还出现用于水利工程中挖沟的特大铁犁——浚犁。黄河流域大型农田灌溉渠系工程是从战国时开始出现的。最著名的是魏国西门豹和吏起在河内（今河南北部及河北西南隅）相继兴建和改进的漳水十二渠，韩国水工郑国在秦国关中平原北部建造的郑国渠。它们都使数以万顷计的“斥卤”（盐碱地）变成亩产一钟（六石四斗）的良田，后者还直接奠定了秦灭六国的基础。秦汉统一后，尤其是汉武帝时代，掀起了农田水利建设的新高潮，京城所在的关中地区尤为重点，使关中成为当时全国的首富之区。汉代还在河套地区、河西走廊和新疆等屯田地区发展大规模水利事业。曹魏时，海河流域

和淮河流域水利开发有较大的进展。总之，我国华北地区农田水利的基础，汉魏时代已经奠定了，它对黄河流域农业发展起了很大促进作用。随着农田灌溉的发生发展，出现了新的农田形式——畦。畦是周围有高出田面的田塍的田区。这种农田形式在种植蔬菜而经常需要灌溉的园圃中最先被采用，后来推广于大田。随着牛耕的普及，平翻低畦农田终于取代了畎亩结构的农田，成为黄河流域主要的农田形式。这种农田形式是便于灌溉的。不过，由于华北水资源的限制，能灌溉的农田只是一小部分，旱作仍然是华北农业的主体。当地防旱保墒问题，很大程度上是靠土壤耕作措施来解决的。

在这里我们要顺便指出，国外一些别有用心的学者，歪曲马克思关于“古代东方”的学说，把中国说成是由国家组织统一的水利灌溉工程的所谓“治水社会”，而“治水社会”是导致东方专制主义的根源。这是不符合历史事实的。的确，水利对中国农业和社会发展有着重要意义。中国的文明时代，可以说是从大禹治水开始的，历代政府都把兴修水利作为自己重要的经济职能。不过，中国古代农业既不同于欧洲中世纪完全依赖天然降雨，也不同于马克思说的“古代东方”（主要指从北非到印度的广大地区）完全依赖人工灌溉。中国历史上并不存在政府领导修建的遍及全国的灌溉渠系。我国各地区各民族人民是在很不相同的条件下解决农业生产中水的问题的。直到20世纪的80年代中期，旱地仍占全国耕地面积的一半以上。限于本书的篇幅和丛书的分工，在这里不可能对中国古代水利作详细的介绍。



耧车复原图

战国以来我国农业生产力大发展的再一个标志是精耕细作技术体系的形成。如果说，这一技术体系战国以前开始萌芽，那么，从战国到南北朝，它已成型并得到系统的总结。这主要表现在北方旱地的耕作栽培上。从战国起，连年种植的连种制代替休闲制成为主要种植方式，到魏晋南北朝形成丰富多彩的轮作倒茬方式。农业技术仍以防旱保墒为中心，形成耕—耙—耢—压—锄相结合的耕作体系，出现“代田法”和“区田法”等特殊抗旱丰产栽培法。施肥改土开始受到重视。我国特有的传统品种选育技术亦已形成，并培育出不少适应不同栽培条件的品种。以上就是这一时期农业生产技术的一些主要成就，这些成就体现在系统总结黄河流域精耕细作农业技术经验由贾思勰所著的《齐民要术》一书中，这本书成为在长时期内指导北方农业生产的经典。

全方位的发展

战国秦汉农业的发展是全方位的。不但粮食作物，而且经济作物、园圃业、林业、畜牧业、蚕桑业、渔业都获得长足的进步。究其原因，除了生产力提高，更多土地被垦辟出来以外，国家的统一，各民族各地区农业文化的交流，也使黄

河流域农业文化的内容更加丰富。

战国至南北朝，我国粮食作物种类与前代基本相同，但在粮食构成上却发生了某些变化。粟仍然是最主要的粮食作物，水稻继续在北方某些地区推广，大豆和小麦地位上升，黍地位下降，大麻逐渐退出粮食行列。

据近人研究，原产我国的大豆很可能是“异地同源”的，即在我国若干地区同时或先后被驯化出来的。东北地区很早就种植大豆。殷周时，山戎（殷周时活动于河北省东北部及其以北地区的一个少数民族）对中原王朝的贡品中就有“戎菽”（大概是大豆的一个优良品系）。春秋时齐桓公伐山戎，把戎菽传播到中原广大地区。当时中原地区正由休闲制向连种制转变，需要寻找在新条件下恢复和培肥地力的方法，戎菽的传播满足了这种需要。从春秋末到秦汉之际，大豆和粟并列成为最主要的粮食作物。汉代以后，大豆向加工为副食品的方向发展，豆豉、豆腐、豆芽、豆酱在汉代相继出现，这些食品一直为人们所喜爱，尤其是豆腐是当今风靡世界的食品，成为中国饮食文化的一大特色和一大贡献。



水碓

春秋以来，小麦种植面积一直在增长，汉代在关中推广冬麦，成绩斐然。南朝在江淮一带也推广种麦。这一时期麦作的发展与石转磨的推广有一定关系。我国农区传统饮食习惯是“粒食”，麦子最初也是煮成饭吃的，但麦饭适口性差；有了石转磨，小麦可以磨成粉，做成各种精细可口的食品。汉代面粉做成的食物统称为“饼”，如馒头叫蒸饼，面条叫汤饼，芝麻烧饼叫胡饼等，其中不少是直接取法于西部少数民族的。

我国农业发展中，独立的大田经济作物是战国秦汉以后陆续出现的。古代黄河流域最主要纤维作物大麻，甚至首先是一种粮食作物。汉代以后，大麻籽一般不作粮食。当时出现的上千亩的大面积麻田，是专门提供纤维的。曹魏时实行户调制，麻布是主要征调内容之一，反映了大麻种植的普遍化。我国春秋以前已有染料（如蓝）生产，但只是种植在园圃之中，汉代一些城市郊区已有大面积生产，染料品种也增加了。我国对动物油脂利用较早，对植物油脂利用较晚。种籽含油量较高的大麻、芜菁、芸苔虽然种植较早，后来又驯化了荏（白苏），但都是直接食用，不用来榨油。张骞通西域以后，芝麻和红蓝花先后传进中原，榨油技术可能同时引入。西汉农书中已有种植芝麻的记载。魏晋以降，中原榨取和利用植物油已相当普遍，除芝麻和红蓝花外，大麻籽、芜菁籽也间或榨油，这样，我国才有了真正的油料

作物。芝麻原产非洲，引入中原前已在新疆安家，因其出自“胡”（中国古代泛称北方少数民族为胡）地，故称“胡麻”。唐宋以后按其用途称为脂麻，后讹为芝麻。它有很高的食用价值和药用价值，在相当长时期内是我国首要油料作物。中原人的食用糖料，先秦时代已有蜂蜜和饴糖（麦芽糖），后来从南方传入甘蔗糖。我国甘蔗，原来人们认为是从印度传入的。据近人研究，我国也是甘蔗的原产地之一。最早种甘蔗的是岭南百越族系人民，战国时已传到今湖北境内，《楚辞》中提到的“柘（蔗）浆”，就是甘蔗汁。蔗汁凝缩、曝晒后成块状，称“石蜜”，南越曾用作对中原王朝的贡品。我国是茶的故乡。相传神农氏时代已发现茶的解毒作用。最早利用和栽培茶树的是西南的巴族，西周初年已在园圃中种茶和向中原王朝贡茶了。汉代四川有茶叶市场，巴蜀在相当长时期内是我国茶叶生产中心。魏晋以后，茶叶生产推广到长江中下游及其以南地区。

这一时期的园圃业有很大发展，在城市郊区出现较大规模的商品性生产基地，“园”（植果）和“圃”（种菜）也有较明确分工。园艺技术有许多创造，最突出的是无性繁殖（分根、扦插、嫁接等）和温室栽培。蔬菜果树种类有明显增加。公元6世纪的《齐民要术》记载的蔬菜就有35种之多，增加的蔬菜种类中，有些是引进的，如从西域引进的胡瓜（黄瓜）、胡荽（芫荽，俗称香菜）、胡蒜（大蒜）、豍豍（豇豆）、豍豆、豌豆和苜蓿等。有些是新培育的，如汉魏时长江下游人民从当地栽培的蔓菁中培育出新变种——“菘”，即白菜，



杵臼

又如随着人工蓄水的陂塘的发展和综合利用，水生蔬菜更多为人们所栽培。有些是从粮食作物转变来的，如菰（又作苽），曾是古代“六谷”之一，它被黑粉菌所寄生，则不能结实，但茎的基部畸形发展，可形成滋味鲜美、营养丰富的菌瘿，这就是茭白。茭白在晋代已成为江东名菜。栽培茭白是我国的独特创造。原来作为粮食的芋头，这时也进入园圃作物之列。在新增果树中，最重要的有从西域引进的原产地中海的葡萄和原产新疆的柰（即绵苹果），从西羌地区引进的核桃等。南方生产的柑橘，先秦时代已是南方民族对中原王朝的贡品，秦汉时，荔枝、龙眼也运到北方，受到人们喜爱。

林业作为一种生产活动早就存在，但在先秦时代，它或者依附于虞衡业，或者依附于园圃业，未成为独立的生产部门。战国以后这种情况发生了变化。人们在发展粮食作物、经济作物、园圃作物的同时，还在不宜五谷生长的丘陵

坂险种植竹木，以获取材木、果实、柴薪等生产和生活资料。秦汉时还出现了经营大规模用材林和经济林的人，表明林业已成为独立的生产部门。秦汉时代北部边境还建造了一条人工榆树林带，当时称为榆林塞，是可与长城媲美的一条绿色长城。

战国至南北朝是黄河流域畜牧业继续发展的时期。畜牧业的经营方式有三种。一种是以养马业为基干的官营畜牧业。战国开始大发展，秦汉时在西北边郡建立官营牧场，规模十分可观，如汉武帝时养马达40万匹。南北朝时期北方游牧民族入主中原，黄河流域畜牧更盛，如北魏的河西牧场公私养马达200万匹，还有许多牛羊骆驼。二是地主经营的畜牧业。一般地主都拥有很大畜群，还出现了一些从事商业性经营的私人牧主，牲畜成千上万，满山遍野。三是个体农户经营的畜牧业。猪鸡是最普遍饲养的畜禽，耕牛饲养也受到重视，这种畜牧业规模不大，但几乎家家都有，仍是当时畜牧业的大头。

战国秦汉蚕桑业重心在黄河流域，山东是全国蚕桑业最发达的地区，号称“衣履冠带天下”。荆楚地区和巴蜀地区的蚕桑业也比较发达。魏晋南北朝时期北方蚕桑生产虽因战乱受到破坏，但仍保持相当规模和一定优势，并有所发展，蚕桑生产和丝织技术最发达的地区有转移到太行山以东的河北平原的趋势。在长江下游也获得比较迅速的发展，并传播到新疆、东北、西藏等地。

人类从事捕鱼早于农耕，进入农业时代以后，捕鱼迄未停止，同时又出现了人工养鱼。我国人工养鱼起源于商周，当时，在帝王贵族园囿的一些池沼中，已有鱼类繁殖，但主要是满足统治阶级游乐或祭祀的需要，规模不大。春秋战国时期，随着蓄水灌溉的人工陂塘的兴起，人工养鱼突破了贵族园囿的范围，成为较大规模的生产事业。吴越是当时人工养鱼比较发达的地区。但黄河流域不少地方也发展了人工养鱼。汉代出现了年产“千石”的大型鱼陂，又开始利用稻田养鱼（最早出现于四川）。人工养鱼的种类，最初主要是鲤鱼。我国是世界上最早饲养鲤鱼的国家。大约成书于西汉的《陶朱公养鱼经》是我国第一部养鱼专著，集中谈了鲤鱼的人工饲养法。这一时期，捕鱼工具和方法也有很大进步，饲养鱼鹰捕鱼比较普遍，海上捕鱼业也较发达。

从华夷杂处到农牧分区

战国以来，我国农业生产结构和地区布局有一个明显特点，即农耕民族占统治地位的、以种植业为主的地区和游牧民族占统治地位的、以畜牧业为主的地区同时并存并明显地分隔开来。这一特点的形成经历了一个过程。

在原始农业时代，游牧民族尚未形成，同营农氏族部落错杂并存的只有仍以采集和狩猎为生的氏族部落。大致从新石器时代中期起，大多数遗址都呈现了以种植业为主，农（种植业）牧采猎相结合的经济面貌。一些成为后世游牧民族发源地或活动舞台的地区，也不例外。例如西戎族群兴起的甘肃青海地区，匈奴起源地之一的漠南河套地区和东胡活动中心的辽河上游地区，这时都以种植业为主。当中原地区由原始社会向阶级社会过渡时，游牧部落和游牧民族才在西部、北部和东部某些地区陆续出现。首先强大起来的是被称为西戎的游牧半

游牧部落群。他们由甘青地区向中原进逼，迫使周王室从镐（今陕西西安西南）迁到洛邑（今河南洛阳），从西周中期到春秋，形成"华夷杂处"，即农耕民族与游牧民族错杂并存的局面。西戎人是以养羊为生的，当时进入中原的戎狄还不善骑马，所以他们和华夏各国打仗时都采用步战。

到了战国，形势发生了很大变化。进入中原的游牧人基本上都接受了农耕文明，融合为华夏族的一部分，这与黄河中下游地区铁器推广、更多土地获得垦辟的过程基本上是同步的。中原地区种植业的主导地位进一步确立了。与此同时，总称为"胡"的一些游牧民族却在北方崛起，他们以善于骑马著称。后来，匈奴统一了北方这些游牧民族，构成威胁中原农业民族政权的强大力量。这样，农业民族统治区和游牧民族统治区终于在地区上明显地分隔开来。秦始皇把匈奴逐出黄河以南鄂尔多斯地区，连接和修筑万里长城，标志着这种格局被进一步固定下来。

长城分布在今日地理区划的复种区的北界附近，这并非偶然的巧合，它表明我国古代两大经济区的形成是以自然条件的差异为基础的。长城以南、甘青以东地区的气温和降雨量都比较适合农耕发展的要求，可以实行复种。在这里，定居农耕民族占统治地位，其生产结构的特点是实行以粮食生产为中心的多种经营。《汉书》的作者班固说："辟土殖谷为农。"反映了谷物种植在农区农业生产中的中心地位。在长城以北，横亘着气候干燥寒冷、沙漠草原相间分布的蒙新高原，发展农耕的条件比较差，但却是优良的牧场。在这广阔的舞台上，一些强大的游牧半游牧民族相继兴起。他们拥有数以万计、十万计以至百万计的庞大畜群，在茫茫的草原上逐水草而居，食畜肉、饮湩（马奶酒）酪（乳酪），衣皮革，被毡裘，住穹庐（毡制帐幕）。畜群是他们的主要生活资料，也是他们的生产资料。狩猎有保卫畜群和演习军事的作用，又是生活资料和生产资料的补充来源。游牧民族也并非完全没有种植业，他们很早就懂得种植黍穄等，不过在其生产结构中所占的比重很小。与游猎相结合的游牧几乎是这些民族唯一的衣食之源。

我国古代的农耕文化和游牧文化虽然在地区上分隔开来，在经济上却是相互依存的。偏重于种植业的农区需要从牧区取得牲畜和畜产品，作为其经济的补充。种植业基础薄弱、比较单一的牧区尤其需要输出其富余的畜产和输入其不足的农产品和手工业品。两大经济区平常通过官方的和民间的、合法的和非法的贸易进行经济交往，当正常的贸易受到阻碍时就会诉诸战争，战争成为经济交往的特殊方式。秦汉时期，中原王朝与匈奴政权的斗争空前激烈，而汉族同北方各民族的经济文化交流也空前活跃。除了张骞通西域前后引进一系列珍贵的农作物外，北方游牧民族的牲畜和畜产品源源不断进入中原，不但直接为中原农耕运输提供丰富的畜力，而且促进了中原畜种的改良和畜牧技术的进步。例如汉武帝时从西域引进乌孙马和大宛马，对中原马种改良起了很大作用。又如骡、驴、骆驼是北方民族首先饲养的，中原人视之为"奇畜"。大概战国时传入中原，西汉初仍较罕见。西汉中期以后，"羸（骡）、驴、驼驼（即骆驼），

衔尾入塞”(《盐铁论》),逐渐成为中原地区的重要役畜。另一方面,中原的农产品(粮食等)和手工业品(铁器和丝织品等)以及生产技术,也随着贸易和战争不断输入北方,丰富了该区人民的物质生活,并在游牧文化中注入农耕文化的因素。两大经济区的对峙,还深刻地影响了双方经济成分和生产结构的变化。为了抵御北方游牧民族强悍的骑兵部队的侵扰,中原王朝迫切需要直接掌握大量马匹,建立一支有迅速应变能力的常备军,这就大大刺激了农区以养马业为基干的官营畜牧业的发展。与此同时,民营畜牧业则向着为农业服务的方向发展,日益小型化。游牧区与农耕区的分立,农区内官营军用大牧业和民营农用小牧业的分化,构成中国古代农牧关系的两大特点。为了抵御北方游牧人的侵扰,从西汉起实行边防屯田。汉武帝时在河套至甘肃西部部署了60万屯田卒。中原王朝的屯田还深入到了西域地区。屯田促进了农耕方式向牧区的推进,并在农牧区之间形成一个半农半牧区。西汉的官营牧场主要就是分布在属于这一地区的西北边郡,当时这里农牧两旺,是全国最富庶的地区之一。

魏晋南北朝时期,北方长期战乱,人口南移,游牧半游牧民族乘虚大量涌入,一度把部分农田变为牧场和猎场。但这些民族不久就先后接受了汉族的农耕文明。鲜卑族拓跋部建立的北魏政权,主动实行汉化,恢复和发展农业生产。为了抵御游牧的柔然族的南侵,也学汉族的样子,在今河北赤城至内蒙古五原一线筑起了长城,俨然以农耕文化保卫者自居。这也清楚地表明,长城作为农牧分区的标志,实质不在于区分不同种族,而在于区分不同的文化。

【农业重心转移】

我国传统农业发展的第三阶段包括隋、唐、五代、宋、辽、金、元,这是我国传统农业在更大范围内获得蓬勃发展的时期,也是南方水田精耕细作技术体系形成和成熟时期。这一时期最突出的现象是南方农业的发展和全国经济重心的南移。

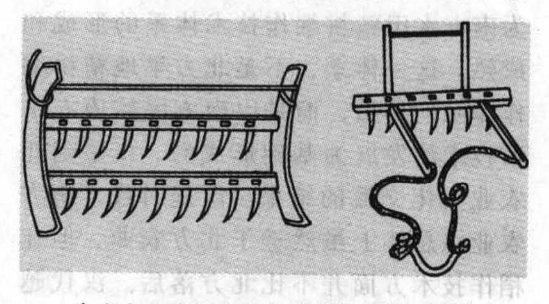
农业优势的南北易位

前面谈到,长江流域早在原始时代就有发达的稻作农业,足以和黄河流域的粟作农业相媲美。夏商周三代,由于种种原因,关于南方农业的记载很少。春秋时南方民族建立的吴、越、楚和巴、蜀等国,经济都很发达,对农业生产有多方面的建树。南方民族很早种稻,种稻要有起码的排灌设施,因此,南方农田灌溉的出现比黄河流域要早。例如,我国最早的大型农田灌溉工程——期思陂(在今河南固始县西北)和芍陂(在今安徽省寿县),就是出现在春秋时代以苗蛮为主体的楚国。驰名中外的都江堰水利工程的基础,是公元前6世纪蜀族杜宇王朝后期由鳖灵领导的开凿玉垒山,分岷江水入沱江的工程。它们比黄河流域最早的大型水利工程漳水十二渠早100余年。长江下游的吴、越人民也很早就开始围湖造田。从现有材料看,石犁和青铜犁都可能是长江下游于越族最先用于水田农业的。这些地区青铜冶炼业都相当发达,吴越地区青铜农具的使用比中原更普遍,冶铁炼钢技术也很可能是楚越地区首先发明的。春秋时楚晋争霸,春秋末年吴、越相继勃兴,都

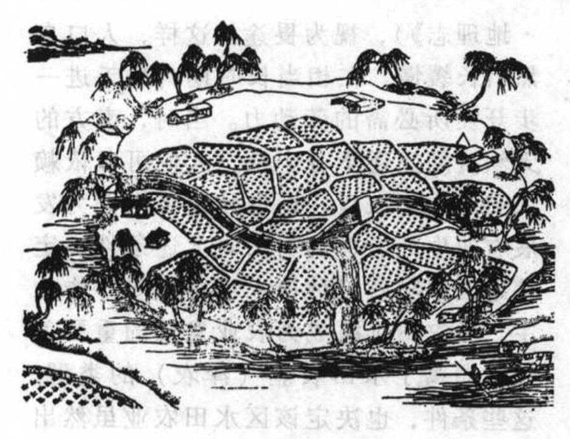
是以农业巨大发展为基础的。进入战国，当黄河流域因铁器推广获得大规模开发时，长江流域及其南境农业前进的步伐却放慢了，南北的差距开始拉大。秦汉时代，除四川地区农业比较发达，已和关中经济区连成一体外，长江流域及其南境的农业已明显落后于北方。汉代南方人口仅占全国总人口的1/10强。由于地广人稀，直到魏晋南北朝，南方许多地方水稻生产仍采取“火耕水耨)”的形式。所谓火耕，就是用火把地上杂草残茬烧掉，然后灌水种稻。所谓水耨，就是在稻苗生长期间把草除去，用水淹死，或径直灌水淹草，水随草高。火耕水耨以粗具农田排灌设施为前提，是水田农业的一种形式，它一般实行休闲制，不用牛耕，较省人力，比起当时黄河流域的精耕农业，自然显得十分粗放。同时，楚越之地在很大程度上仍依赖于采集和渔猎。

上述情况之所以发生，要从自然环境和生产力发展的相互关系中寻找其原因。秦岭淮河以南的长江流域及其南境基本上属于亚热带和暖温带气候类型，雨量充沛，河湖密布，水源充足，资源丰富，这些条件对农业生产的发展十分有利。但雨量和黄河流域一样受季风进退的影响，有些河流容易泛滥，旱涝不时发生。这里的河湖两旁往往有肥沃的冲积平原，是发展农耕的理想地区，但缺乏华北那样广袤的平原，山区丘陵多为酸性淋余土，适耕性较差。山多林密，水面广，洼地多，也给大规模开发带来巨大困难。而且气候湿热，在人类对自然改造能力还极其有限的条件下，时有瘴疫流行，威胁着人类健康。汉代中原人认为“江南卑湿，丈夫早夭”（《汉书·地理志》），视为畏途。这样，人口自然增长缓慢。在相当长时期内缺乏进一步开发所必需的劳动力。当时，南方的天然食品库还十分丰裕，人们可以依赖采猎而不愁衣食，这也延缓了人们为发展农业生产所作的努力。上述条件决定该地区很早就以种植水稻等喜湿作物为主，而农田排灌成为农业发展的重要条件，即属于水田农业（泽农）的类型。这些条件，也决定该区水田农业虽然出现很早，但当较易开发地区开发殆尽后，农业必然在相当一段时间内呈现相对停滞状态，必待劳动力和生产手段等因素积累到一定程度，才能作进一步大规模的开发，并充分发挥其自然条件中的潜在优势。

自东汉末年以来，情况逐渐发生了变化。苦于长期战乱的中原人大量迁移到他们原来视为畏途的南方，使这里进一步开发所最需要的劳动力有了明显增加，而这里的局势又相对安定，往往能在较长时期内“无风尘之警”，水利兴修和农田垦辟在持续进行，位处长江下游的江南地区尤为突出。不过，这一时期江南的开发主要集中在会稽（今浙江绍兴）、建康（今江苏南京）、丹阳（今江苏丹阳）、长兴（今浙江湖州）等地，南朝时，这里已是“良畴美柘，畦畎相望”，“一岁或稔，数郡忘饥”了。唐



南方水田使用的方耙（左）和耖（右）



围田

初，江南的稻米已北运洛阳等地。隋唐的统一，促进了江南人口的迅速增长，农田水利也以前所未有的速度发展，无论数量、分布地区、规模和技术水平均大大超过前代。当时的纳税田，大抵都能灌溉。大量荒地被垦辟。牛耕也获得了普及。安史之乱后，北方经济受到严重破坏，江南农业却继续发展，其所产粮食和提供的赋税，已成为唐帝国财政命脉所系。这时，全国经济重心逐渐已由黄河流域转到南方，到了宋代，这一局面获得了巩固。北宋元丰三年（公元1080年），南方人口达5600余万，接近西汉平帝时全国人口总数，而占当时全国总人口的69%。经济重心的南移是我国经济史上的一件大事，它是以南方农业的历史性超越为基础的。

南方农业的这种飞跃在技术上表现为南方水田精耕细作技术体系的形成和成熟。这一体系，不是北方旱地精耕细作体系的移植，而是以南方民族原有水田技术的发展为基础形成的，也是南北农业文化交流的结果。汉魏时代，南方农业在总体上虽然逊于北方农业，但在稻作技术方面并不比北方落后。汉代越人以善治水田著称。当时的岭南和四川部分地区已实行水稻育秧移栽，而它正是水田精耕细作的技术关键之一。唐宋时代，这种技术在水稻生产中普及，推动水田耕作的精细化。适合育秧移栽的整地要求的水田耙——耖，不晚于晋代已在岭南出现，宋代传到了江南。江南在唐代创造了当时全国最先进的曲辕犁。元代又有中耕用的耘荡的发明。于是形成了耕—耙—耖—耘—耥相结合的水田耕作体系。这一体系与烤田、排灌等技术密切相联，促进土壤的熟化，不同于以抗旱保墒为中心的北方旱地耕作体系。这一时期，水旱轮作、稻麦两熟的复种制度形成并获得较大发展，积肥用肥技术十分讲究，各种作物的地方品种大量涌现。以上这些技术成就，标志着区别于北方旱作的南方水田精耕细作技术体系的形成。地旷人稀、火耕水耨的状况彻底改变了。

这一时期的北方农业并非完全处于倒退或停滞状态。唐初和北宋华北的农业和水利都有较大发展，某些方面仍保持了一定的优势。即使是女真人和蒙古人统治的金、元时期，农业在经历巨大破坏后也有过恢复和发展。但这种发展往往被战乱打断，发展的势头和水平，都逐渐落后于南方。

围水梯山，争寸夺尺

长江流域及其南境的土地利用方式与黄河流域有很大不同。这里水资源丰富，但山多林密，水面广，洼地多，发展农业往往要与山争地，与水争田；洼地要排水，山地要引灌。尤其是唐宋以后，人口增加，对耕地的需要也随着增加，各种形式的耕地遂发展起来。

耕地向低处发展的形式很多。趁枯水季节在湖滩地上抢种一季庄稼，这是

较原始的利用方式，但仍不免水的威胁；进而筑堤挡水，把湖水限制在一定范围，安全较有保证，这种湖滩地就成了湖田。更进一步，筑堤把一大片低洼沼泽地团团围住，外以捍水，内以护田，堤上设闸排灌，可以做到旱涝保收。这种田，大的叫围田或圩田，小的叫柜田，有的地方则叫垸田或坝田。湖田和圩田是长江中下游人民与水争田的主要形式。春秋时代的吴、越已开始在太湖流域围田，秦汉六朝隋唐不断发展。为了解决围田与蓄洪排涝之间的矛盾，从中唐到五代的吴越国，浚疏了太湖入海港浦，形成七里一纵浦、十里一横塘的河网化塘浦圩田体系，并设撩浅军经常浚疏，使太湖流域免除了水患，发展了生产，成为全国最富庶的地区。入宋以后，太湖流域围田又有很大发展。宋淳熙三年（公元1176年）太湖流域周围圩田多达1498所，“每一圩方数十里，如大城”。诗人杨万里吟咏说：“周遭圩岸绕金城，一眼圩田翠不分”，“不知圩里田多少，直到峰根不见塍（田埂）”（《诚斋集·圩田》）。不过这种与水争田的方式要有一定的限度和合理的安排，否则也会造成水利和生态的破坏。宋代由于官僚豪绅滥围滥垦，以邻为壑，已出现水系紊乱、灾害增多的严重后果。

与水争田除了围湖以外还可以围海。在滩涂地筑堤坝或立椿橛，以御潮泛，地边开沟蓄雨潦，以资灌溉和排盐，是为涂田。一般先种耐盐的水稗，待土地盐分减少后再种庄稼。江岸或江中沉积的沙滩或沙洲，依靠周围丛生的芦苇减弱水流的冲击，开沟引水排水，也可以垦为水旱无忧的良田，这叫沙田或渚田。江湖中生长的茭草（菰），日久淤泥盘结根部，形成浮泛于水面的天然土地，人们植禾蔬于其上，是为葑田。再进一步，架筏铺泥，就成为人工水上耕地——架田了。我国的葑田，先秦时代始见端倪，唐宋已有架田的明确记载。

耕地向高处发展，出现各种形式的山田。南方以水田为主，但山田旱地很早就存在，并往往保留着刀耕火种的习惯。唐宋以来，随着人口增加，上山烧荒的人越来越多。这种保留刀耕火种习惯的山田，称为畲田。畲田对扩大耕地面积起了不少作用，但对森林资源的破坏比较严重。山田中对水土资源利用比较合理的是梯田。梯田是在丘陵山区的坡地上逐级筑坝平土，修成若干上下相接、形如阶梯的半月形田块，有水源的可自流灌溉种水稻；无水源的种旱作物也能御旱保收。梯田起源颇早。唐代樊绰在所著《蛮书》中谈到云南少数民族建造的山田十分精好，可引泉水灌溉，这种山田就是梯田。宋代南方人口增加很快，需要扩充水稻种植面积，这种形


涂田



梯田

式的山田获得较大发展，四川、广东、江西、浙江、福建都有它的踪迹，并取得了梯田这一名称。时人诗曰："水无涓滴不为用，山到崔嵬犹力耕。"（方勺《宅泊编》卷三）说的就是南方梯田对水土资源的高度利用。

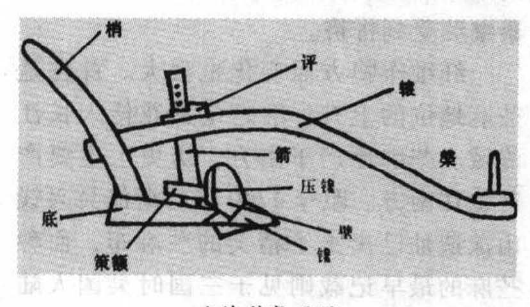
传统农具发展的峰巅

在我国传统农具发展史上，唐宋是继战国秦汉以后又一个光辉灿烂的时代，传统农具发展到完全成熟的阶段。这一时期农具的进步主要表现在以下方面：第一，在铁农具质料方面发生了重大改革。秦汉魏晋南北朝铁农具主要用可锻铸铁制造。南北朝时发明了"灌钢"技术，并用以制造刀镰，但不普遍。唐宋时代这种技术已流行开来，小型嵌刃式铸铁农具遂为比较厚重的钢刃熟铁农具所代替，从而提高了坚韧和锋利的程度。第二，农具种类更多、分工更细，而且配套成龙。我国北方旱作农具在魏晋南北朝时已基本配套，此时进一步完善。如窄而厚的镵用来开生荒，阔而薄的铧用来翻熟地。汙泽地春耕有专用的"劐"等。南方水田整地工具除耕、耙、耖外，秧田平土有平板，大田平土有田荡，又有用于育秧移栽的秧绳、秧弹、秧马，用于中耕的耘荡，排灌用的翻车、戽斗等，也形成完整的系列。第三，经过改良或新创，许多农具更为完善、灵巧、高效、省力。如翻土用的曲辕犁，中耕用的耧锄，收割用的麦钐、推镰，都比前代同类工具有更良好的性能。减轻劳动强度或起劳动保护作用的，有水田中耕用的耘荡、耘爪，拔秧用的秧马等。这一时期还出现了一些利用水力风力或畜力的大型高效农具。以下摘其要者作一简单介绍。

中国传统犁的完善 中国犁的犁体一般由犁底、犁梢、犁箭、犁辕等部件构成，形成框形，所以被称为框形犁，是世界上六种传统犁中的一种。这种框形犁，汉代已基本定型，有了犁壁，后来又有了可使犁箭活动调节耕深的装置，但仍实行两牛抬杠。唐代出现了江东犁。江东犁在犁辕前端设置了一个可以转动的犁盘，犁辕通过在犁盘两侧系以绳索与牛軛（这时已由二牛抬杠的直軛改为曲軛）相连接；而犁辕也因之由直长辕改为较短的曲辕了。所以江东犁又叫曲辕犁，这种犁可以用单牛挽拉。曲辕犁的出现，标志着中国传统犁发展到成熟阶段。宋代又出现了软套和代替犁盘的铁挂钩；曲辕犁向全国普及。和世界其他地区的传统犁相比较，中国犁的特点，一是富于摆动性，操作时可以灵活转动和调节耕深耕幅；二是装有曲面犁壁，具有良好的翻垡碎土功能。这些特点满足了精耕细作的要求，适于个体农户使用。西欧中世纪使用带轮的重犁，没有

犁壁，役畜和犁辕间用肩轭连接，比较笨重。18世纪出现的西欧近代犁，由于采用了中国框形犁的摆动性和曲面壁，并与原有的犁刀相结合，才形成既能深耕又便于翻碎土壤的新的犁耕体系；它成为西欧近代农业技术革命的起点。

农田排灌工具的发展 上古时代，人们在灌溉时，要用瓦罐从井里把水一罐罐打上来，或从河里把水一罐罐抱回来。《庄子》上说的“凿隧而入井，抱瓮而出灌”，就是这种情形的反映。春秋战国时，农田灌溉发展起来，各种新的灌溉工具也应运而生。春秋时已有利用杠杆原理提水的桔槔；汉代水井用辘轳提水相当普遍，辘轳的使用一直延至近世。这两种提水工具比起抱瓮出灌已大为进步，但毕竟不能满足较大规模的农田排灌的需要，真正满足这种需要而对我国农业发展作出巨大贡献的是翻车，即龙骨车。它创制于东汉末，最初用于洒路，发明者是毕岚。三国时马钧加以改进，始用于园圃灌溉。这时它还是手摇的，以后发展为脚踏的，具体何时难以确指。不晚于唐代出现了牛转翻车。宋元之际发明了水转翻车。元明之际又有风力水车的创制。翻车是利用齿轮和链唧筒原理汲水的排灌工具，结构巧妙，抽水能力相当高。南宋范成大诗云：



曲辕犁复原图

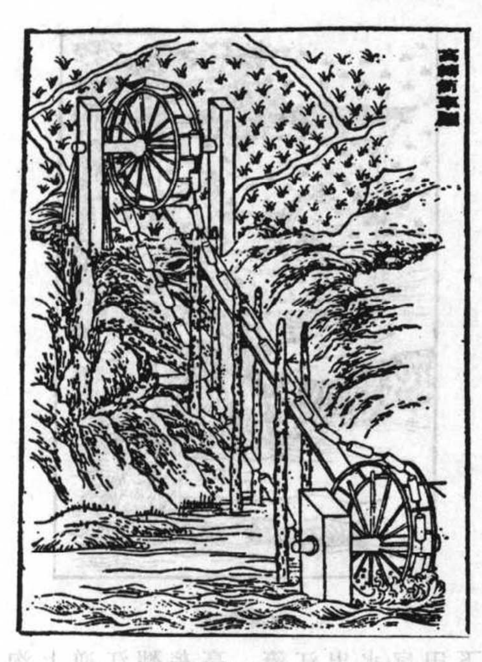


脚踏翻车

“下田戽水出江流，高垄翻江逆上沟，地势不齐人力尽，丁男常在踏车头。”（《石湖居士诗集》卷二十七）是电力抽水机推广以前我国农村使用最广泛的排灌工具。

唐代还发明了筒车。它是用竹木制成大型立轮，由一横轴架起，轮的四周斜装若干小木桶或竹筒。筒车安置在水边，立轮下部没入水中，轮随水流转动，轮周小筒不断把水戽起，通过木槽灌入田间。这也是一种高效提水工具，诗人用“竹龙行雨”来形容它。筒车在宋元又有发展，出现了畜力筒车和高转筒车，后者可以引水至七八丈高。此外，唐代还有利用架空索道的辘轳汲水机械——机汲。

麦钐与碾碨（石磨）这两种工具均与麦作的推广有关。麦钐是用以收麦的装长柄的大镰刀，它配合一个带有两条活动长柄的簸箕（“麦绰”），向前伸出，利用系在腰上的一个灵活的操纵器，移动钐和绰，将远处的麦“钐”下，翻入



高转筒车

麦绰，再收回麦绰，递到后面带轮的“麦笼”里。这种配套的收麦器，比普通收获工具，效率提高几倍。麦钐在唐代已较普遍，它与麦绰、麦笼的配套完善大体在宋元之际。麦作的发展又推动了加工工具的改进。魏晋南北朝已发明的水力碾磨，唐代已相当流行，官僚地主和寺观往往建造大型碾硙，作赢利性经营，主要用以磨面。宋元之际，又出现可以同机完成砻、碾、磨三项工作的“水轮三事”。这种工具是以河水冲激水轮转动，并通过轮轴带动各种磨具工作，在当时世界上均处于领先地位。在西域则有风车带动的磨麦器。

生产结构的历史性变化

我国作物构成在唐宋时代发生了一系列重大变化。其中对国计民生影响最大的是稻麦上升为最主要粮食作物，代替了粟的传统地位。水稻一直是南方人的主食，并不断被北方人引种。唐宋时代，华北各地和东北部分地区都有水稻踪迹，但由于水资源限制，北方种稻毕竟不多。水稻地位的提高主要由于南方经济的发展。唐代已出现南粮北运的现象。宋代南方稻田大量增加，水稻单位面积产量也进一步提高，尤以长江下游为最重要稻产区，出现了“苏（苏州）湖（湖州）熟，天下足”的民谚。水稻被人称为“安民镇国之至宝”，它在粮食生产中的主要地位完全确立了。中原的传统作物是春种秋收的，冬麦的收获正值青黄不接时期，有“续绝继乏”之功；它又可以和其他春种或夏种作物灵活配合增加复种指数，在我国轮作复种制中，冬麦往往处于枢纽地位。由于上述原因小麦种植历来为民间重视，政府提倡。唐宋时代麦作发展很快。唐初租庸调中的“租”规定要纳粟，粟在粮作中仍处于最高地位，麦豆被视为杂稼；但中唐实行两税法，分夏秋两次征税，夏税主要收麦，反映麦作已很普遍。北宋时，小麦已成为北方人的常食，以至南宋初期金兵占领北方之后，大批北方人流寓南方时竟引起了麦价的陡涨，从而促进了南方麦作的进一步发展。当时不但“有山皆种麦”，而且部分水田也实行稻麦轮作一年两熟。小麦终于在全国范围内成为仅次于水稻的第二位作物。宋元时代，最初种植于西南民族地区的高粱也开始在黄河流域大量种植，使粟黍继续受到排挤。

纤维作物方面变化也很大。首先是苎麻地位的上升；继之是棉花传入长江流域。苎麻原产于南方，历史上主要产区也在南方。距今4700年的浙江吴兴钱山漾遗址已出土了精美的苎麻布，而种苎麻的最早记载则见于三国时吴国人陆玑（机）的著作。苎麻纤维质量很好，

可织出清凉离汗的夏布。中南西南地区的一些少数民族历史上以生产优质苎麻布（如巴蜀的“黄润”，广西壮族的“綀子”等）著称。唐宋时代，随着南方的繁荣，苎麻繁殖栽培技术显著改进，生产有颇大发展，其地位超过了大麻。

棉花原产于非洲、印度和美洲。早在汉魏以前，我国西北、西南和南方的少数民族已开始种棉。新疆种的是一年生非洲草棉，称“白叠”，南方种的是多年生印度木棉。先秦时代我国东南沿海岛屿的少数民族（“岛夷”）向中原王朝贡献“织贝”；织贝即吉贝，系梵语棉花和棉布的音译。唐宋时闽广植棉已颇有规模，但种的仍是多年生木棉。宋元之际，一年生木棉从华南传到了长江流域，适应了当时南方由于人口膨胀对衣着原料增长了的需要，一下子就推广开来了。元代松江乌泥泾（今上海县华泾镇）人黄道婆从海南岛回来，推广黎族人民棉纺工具和技术，并加以改进，促使长江三角洲成为全国棉业的中心。棉花和棉布的生产程序没有蚕桑丝麻繁杂，而兼有两者的优点，不但可以织成“轻暖丽密”的棉布，而且可以直接制作衣被，是贫富皆宜的大众化衣被原料。经过元明等代的推广，它终于取代了丝麻的地位成为我国最重要的衣被原料。

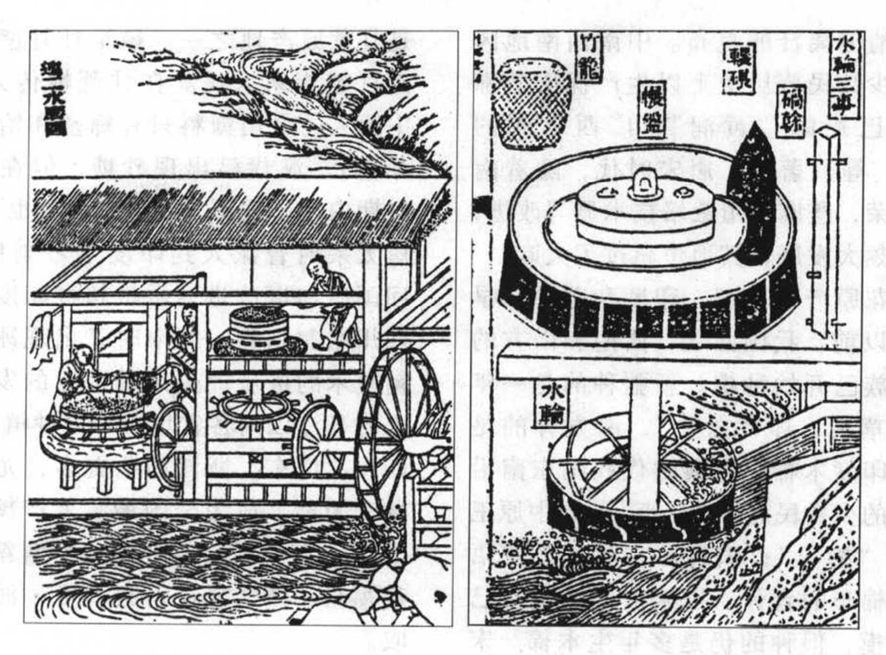
油料作物更加多样化。古老的叶用蔬菜芸苔转向油用，被称为油菜。宋元时南方多熟种植有很大发展，油菜耐寒，又可肥地，是稻田中理想的冬作物，加之又比芝麻易种多收，故很快在南方发展起来，成为继芝麻后的又一重要油料作物。此外，宋代大豆已开始用于榨油。

种蔗和植茶在本时期发展为农业生产的重要部门。近人研究证明，我国也是甘蔗原产地之一。最早种甘蔗的是岭南百越族系人民。在甘蔗糖传入以前，中原人的食用糖料只有蜂蜜和饴糖（麦芽糖）。汉代已出现砂糖，但在相当长时期内，产量不多，质量大概也不够高。唐太宗时曾派人到印度学习制糖技术，回国后加以改进，质量超过印度。唐代四川始制白糖。北宋时又出现冰糖。制糖技术的进步促进了种蔗业的发展。唐宋时长江以南各省均有甘蔗种植，福建、四川、广东、浙江种蔗更多，尤以江西遂宁为最，成为全国最著名产糖区，并出现了不少制糖专业户——糖霜户。元代福州产糖之盛曾引起马可·波罗的惊叹。

我国是茶的故乡。相传神农氏时代已发现茶的解毒作用。最早利用和栽培茶树的是西南的巴族，西周初年已在园圃中种茶和向中原王朝贡茶了。汉代四川有茶叶市场，巴蜀在相当时期内是我国茶叶生产中心。魏晋南北朝茶叶生产推广到长江中下游及其以南地区。唐代饮茶习俗风靡全国。至宋代，茶已成为和米盐一样不可或缺的日用消费品。不但中原人爱喝茶，西北和西藏游牧民族也特别喜欢喝茶。从唐代开始，茶叶成为中央政府向北方和西藏少数民族换取军马的主要物资，这种交换被称为茶马贸易。这种情形推动了唐宋以来茶叶生



麦钐获麦



井水磨（左）与水轮三事（右）

产的大发展，植茶地区更加扩大，出现了许多专业化的茶场。中唐以后，茶税成为国家财政收入的重要来源。从唐宋时起，实行由政府控制茶叶生产和流通的“榷（专卖）茶”制度。

随着市镇的兴起和社会需求的增加，本时期园艺业也有很大发展。宋元时代，原来被称为“百菜之主”的葵菜逐渐衰落。而原来只能在江南种植的菘，经过栽培技术和品种的改良逐步移植到北方，成为“南北皆有”的蔬菜。另一种古老蔬菜萝卜（古称芦菔）的栽培也在扩展，它和白菜一起逐渐替代了葵在蔬菜中的地位。我国对食用菌的利用很早，但食用菌的栽培始见于唐代农书，到宋代已很普遍，并出现了关于食用菌的专著《菌谱》。这一时期引进的蔬菜，唐代有菠菜、莴苣（莴笋）和莙荙（叶用甜菜），宋元有丝瓜、胡萝卜、芥蓝、慈姑等。这一时期另一重要特点是作为园艺业分支的花卉栽培十分兴盛。随着经济重心的南移，南方热带、亚热带的果树得到迅速发展，它们栽培北限在向前推移。又有海枣、扁桃、阿月浑子、树菠萝、油橄榄等果树的引进。

我国畜牧生产上的一次重要转折也发生在本时期。唐朝初年，我国官营牧业臻于极盛，唐太宗国家养马即达76万匹。私人牧业也很发达。安史之乱后，传统的陇右牧场陷于吐蕃之手，中原王朝的官营大畜牧业，民间的大牲畜饲养都逐渐趋于衰落，小农经营的畜牧业进一步成为农区畜牧业的主要形式。中原王朝所需马匹，相当一部分通过茶马贸易和绢马贸易的方式从西北或西南少数民族地区取得。不过这一时期民间猪羊等家禽的饲养业，仍在继续发展。

隋唐统一后，在长期战乱中受到破坏的黄河中下游蚕桑业有所恢复和发展，当时政府征收的丝织品大部分仍来自这一地区。安史之乱后，蚕桑业重心也逐步转移到江南。北宋时全国25路之一的

两浙路向政府缴纳的绢绸占了全国总数的1/4，尤以嘉兴、湖州一带的蚕业最盛。不过这时北方蚕桑业的原有优势并未完全消失。

我国养鱼业在唐代也发生了一次转折。我国人工养鱼原以鲤鱼为主，李唐王朝在一段时期内因忌讳鲤李同音，规定老百姓不得捕食鲤鱼，违者重罚。老百姓不得不改养其他鱼类。青、草、鲢、鳙等鱼的养殖由此发展起来，形成四大家鱼。宋元时代养鱼业有较大发展。从淡水养鱼发展到海域养鱼，人们又把野生的金鲫鱼培育成观赏用的金鱼。贝类的人工养殖也始见于宋代文献。

农牧分区的格局继续维持，但形势发生了某些变化。如果说唐以前游牧民族对中原的威胁主要来自西北，那么，唐以后这种威胁已转移到东北了。起源于东北的半游牧民族契丹、女真、蒙古等相继进入和统治中原，中原农耕文化再度经受严峻的历史考验。但这一次中原农业虽然受到破坏，却没有出现大规模的、持续的农田改牧场的情形。如元朝统治者很快就认识到不能把蒙古人的游牧方式照搬到中原，他们建立劝农机构，制订劝农条例，组织编写农书，以恢复和发展中原传统农耕文化为己任。与此同时，中原农耕文化也加速向北方草原伸展。如辽金时代相当多的农业人口进入东北，使东北一些地区获得初步开发；元代也有相当数量的农业人口进入蒙古草原，使当地种植业的比重增加，单纯游牧的面貌发生了变化。

【明清农业】

明清（鸦片战争前）是我国传统农业发展的第四阶段，这是精耕细作农业继续发展时期。这一时期，人口的增长已引起全国性的耕地紧缺，为解决人多地少的矛盾，人们致力于提高复种指数和扩大耕地面积，土地利用率达到了传统农业的最高水平。

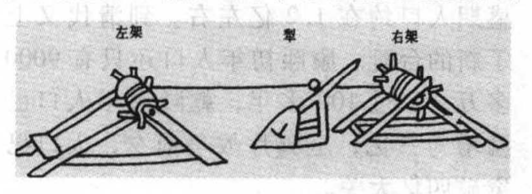
人口与农业，发展与制约

人类社会存在着相互制约的两种生产：物质资料的再生产和人类自身的再生产。人口与农业的关系实质上是两种生产的关系。一方面农业生产的发展为人口增长提供物质基础并规定了它的极限。农业经济的不同类型，决定了人口演变有不同规律：小农经济占统治地位的农区，人口往往能较稳定地增长；牧区人口增长则因牧业受自然条件变化巨大影响而呈现不稳定性。另一方面，在生产工具简陋的古代，劳动力对农业生产有重大意义，因而人口的消长、转移、分布极大地制约着农业生产的发展，对不同时代不同地区农业生产面貌发生深刻影响。

我国历史上的人口发展呈波浪形曲线上升，并形成若干梯级。先秦时代生产力水平低下，人口还很稀少，也缺乏可靠的人口记载。战国以后生产力出现飞跃，人口增长也较快。汉代开始有全国人口统计数字，从那时到五代，人口反复波动，最高人口数没有超过6000万的。宋代南方大规模开发导致人口的增长，宋代最高人口数已突破一亿，明代盛期人口约在1.2亿左右。到清代又上了新的台阶。康熙初年人口还只有9000多万，经过100多年，乾隆末年人口已猛增为三亿，至鸦片战争前夕，人口已突破四亿大关。

清代人口的这种空前增长原因是多

方面的，而农业生产的相应发展无疑是重要的前提。满族入关建立清朝后，合内地与草原为一家，结束了游牧民族和农耕民族长期军事对峙的局面，又镇压了各地的反清势力，调整了阶级关系和民族关系，国家空前统一，社会空前稳定，这种局面对农业生产发展十分有利。正是农业的发展使人口的增长有了可能。不过，人口的空前增长又反过来给农业生产带来了严峻的问题。清代中叶以前，虽然历代都出现过局部的“地不敷种”的问题，但从全国来讲，土地完全能满足劳动力的需要，人口的增长成为农业发展的必要条件和动力。清代人口的激增导致全国性耕地的紧缺，清代中期，人均粮食耕地面积只有一亩七分左右，人口的增长已成为一种沉重的压力，朝野上下都在议论“生齿日繁”的问题。这种沉重的人口膨胀的压力，若转移到别的任何国家，都足以把这个国家的农业压垮。但中国传统农业凭借其顽强生命力经受住了这次历史考验。它依靠什么办法呢？不外是三条。第一条是千方百计开辟新耕地。第二条是引进和推广新作物。这两条相互联系，我们在下面还要谈到。第三条是依靠精耕细作传统，提高土地利用率和单位面积产量。作为我国传统农艺特点之一的多熟种植，宋代以前已经萌芽，宋代有初步发展，但较大发展还是在明清。围绕着多熟种植，大量品种被培育出来；肥料需求量更大，



人力代耕架

由施用自然肥、农家肥到施用商品性的饼肥；耕作要求更高，出现特重大犁和套耕等方法；治虫受到重视；栽培管理也更精细。总之，以“粪大力勤”为特点的技术体系更加强化。这一时期土地利用技术（如低产田改造等）又有发展，意义尤为深远的突破是，堤塘综合利用的生产方式在南方某些地区形成，这成为当今所提倡的“立体农业”或“生态农业”的先驱。在以上三条中，第三条更为重要，而且作用越来越大。我国历史上由于人口发展的不均衡和土地兼并的发展，战国以来历代都有一些相对人多地少的地区，精耕细作技术一般是从这些地区首先发展起来的。明清时代由于人口激增形成全国性人口多耕地少的格局后，精耕细作更成为不可逆转的发展趋势了。

明清在农业技术继续发展的同时，农具却较少改进。明清基本上是沿用宋元的农具，有所创新的多是适应个体农户小规模经营的细小农具，如手摇小型水车——拔车，南北丘陵山区整治水田田埂的塍铲、塍刀，种双季稻整地用的耥蓑，稻谷脱粒用的稻床，北方旱地中耕用的漏锄，捕粘虫用的滑车等。明代一些地方出现过风力水车，但并没有推广。甚至王祯《农书》早有记载的一些大型高效农具，明清时反而罕见了。由于牛力不足，有的地方退回人耕。明代还有使用唐代已出现的“木牛”即人力代耕架的零星记载，这虽是一种巧妙的创造，但在使用动力上不能说是进步，而且使用并不普遍。总之，明清时代已失去两汉或唐宋那种新器迭出的蓬勃发展气象。这一方面是由于传统农具的发展已接近小农经济所能容纳的极限，同

时劳动力的富余又妨碍人们进行改进农具提高效率的努力。与此相联系，明清时代在单位面积产量继续提高的同时，每个农业劳动力生产的粮食却明显下降。如据吴慧《中国历代粮食亩产研究》估计，西汉末年粮食单产折合每市亩 264 斤，每个劳动力生产原粮 3574 斤。到了清代，粮食亩产增至 367 斤，每个劳动力生产粮食则降至 2262 斤。其中最主要和最直接的原因是每人平均占有粮食耕地面积由 3.76 亩减少到 1.7 亩。以上是明清农业的不足之处，反映了人口过度增长对农业发展的制约。

向滩涂荒山和边疆的新进军

自农业发生以来，辟土造田的运动始终没有中断过。秦汉时代，黄河流域已基本上被开垦出来，唐宋元时代，随着南方的进一步开发，广大内地的宜农土地已垦辟殆尽。明清时代人口的激增导致对耕地的需求空前增长，当人们垦复了王朝交替之际因战乱而抛荒的土地后，就不得不向条件更加艰苦、地区更加荒远的土地进军。因人口激增和土地兼并而丧失土地的农民，像决溢的洪水，迅速地流向一切可以提供新耕地的地方，成为明清辟地造田的主力军，而政府也在各地组织军屯、民屯和商屯。

滩涂荒山是这一时期垦殖的重点之一。洞庭湖区、珠江三角洲沙田区、江河沿岸洲滩和东南沿海滩涂都获得了开发。如位处湖南湖北两省的洞庭湖区，早在宋代已有零星的围垦，但大规模“化弃地为膏腴”的开发活动是在明成化（公元 1465—1487 年）以后。人们在洞庭湖北修筑堤防阻挡江河之水，在洞庭湖南修圩堤围垦湖中之田，当地称之为垸田。它由北向南发展，明代修的垸田约 100 多处，清代增至四五百处，面积达 500 万亩之巨。由于长江流域第一大湖洞庭湖区的开发，两湖地区成为我国新的粮仓，“苏湖熟，天下足”的民谚明中后期起被“湖广熟、天下足”所代替。明清时代陆续有人在天津地区围垦，把大片滨海盐碱地改造为盛产水稻的良田。内地许多原来人迹罕至的山区，这时也被陆续开垦出来。深入山区的农民，住在简陋的茅棚中，为谋生而披荆斩棘，被称为“棚民”。如明中期后，大量流民冲破政府禁令进入荆襄山区，使昔日的高山峻岭，出现“居庐相望，沿流稻畦高下鳞次”（《徐霞客游记》卷一）的景象。又如清代，千百成群的破产农民陆续不断进入川、陕、楚交界地区，这里人口一度达数百万。经过几代人努力，使这里的深山老林获得开发。

明清垦殖扩张的另一重点是边疆地区。这一时期大批农民陆续进入长城以北内蒙古、东北的传统牧区半牧区，使那里的农田面积大量增加。尤其是清代山东、河北、河南的汉族农民冲破清政府封锁，川流不息地进入东北（俗称闯关东），与当地蒙、满等族人民一起，把东北开发成我国近代盛产大豆高粱的重要农业区。在新疆，尤其是清朝在此建省后，大兴屯田，兴修水利，在当地维吾尔、汉、蒙各族人民努力下，农业生产获得很大发展。西南地区的云南、贵州，古称西南夷，汉代还是以农耕为主的“土著”和以游牧为主的“行国”错杂并存的地区。以后农耕文化范围不断扩大，游牧文化范围不断缩小，并向定居放牧转化。元明清三代，中央政府在这里大兴屯田，大批汉族、回族等人

民进入该区，内地先进生产技术迅速推广，农田水利也获得发展，垦殖活动逐步由平坝向山区和边地发展。沿海岛屿的垦拓也在加速进行。闽南、粤东的人民在清代几次掀起渡海移居台湾热潮，大大加快了台湾岛的开发。

滩涂荒山和边疆的垦辟使我国耕地面积比前代有很大增加。有人估计明代耕地面积比宋代增加了40%，即由5.6亿亩增加到7.84亿亩；清代又增至11—12亿亩，比明代扩大了50%。这是明清粮食总产量增长的重要因素，对民食问题的缓和起了很大作用。在新增加的耕地中，不少是“瘠卤沙冈”、“陡绝之地”，被外国人视为没有利用价值的“边际土地”。在垦辟和利用这些土地的过程中，低产田（如盐碱地、冷浸田等）的改良等土地利用技术获得发展。一些山地被垦辟后用来种植蓝靛、香菇、麻、烟、茶、漆、果树等，促进了商品经济的发展。边疆的垦殖活动不但扩大了农耕文化区，而且使中原的精耕细作技术获得传播。

不过，明清垦殖活动是在人口膨胀压力下自发进行的，在封建制度下不可能作出合理的规划，它带有很大的盲目性，不少地方是用刀耕火种开路，不可避免地造成对森林资源、水资源等的破坏，引起水土流失、水面缩小、蓄水能力降低等弊病，从而加剧了水旱灾害。我国本来是一个自然条件比较严峻，自然灾害比较频繁的国家，明清时代这种情况又有所发展。与此相联系，备荒救荒越益为人们所重视，野生植物的利用和除虫治蝗等技术获得发展，这也是明清农业的显著特色之一。

明清垦殖活动的另一消极后果是内地宜牧的荒滩、草山减少，传统牧区和半农半牧区也大面积改牧为农，遂使在全国范围内种植业比重上升和畜牧业比重下降，形成农牧关系中畸重畸轻、比例失调的局面。耕畜不足、经营分散细碎，甚至使有些地区由牛耕退回人耕。

新作物、新组合

在明清时代的粮食生产中，玉米、甘薯和马铃薯的传入和推广，是影响深远的重大事件。它们适应了当时人口激增的形势，为我国人民征服贫瘠山区和高寒地区，缓解民食问题，做出了巨大贡献。没有它们的推广，明清时代耕地的扩大和单产的提高都会受到限制。

据明朝人说法，玉米原产于“西番”地区，因曾进御皇帝享用，被称为“御麦”。早期玉米多称玉麦，大概是御麦的讹变。此外，玉米还有苞谷，玉蜀黍等几十种异称。以前一般认为，玉米原产美洲，1492年哥伦布发现新大陆以后才传到欧亚大陆并进入我国。近人的研究已动摇了这一结论。因为在哥伦布发现新大陆前的几十年，在《滇南本草》这本书中已有关于玉米的明确记载。我国西南民族地区种植玉米相当早。因此，玉米的起源和如何传入内地还有待进一步研究。不过，明代内地种玉米还很少，内地人对玉米形状习性不甚了了，以致李时珍在《本草纲目》中把玉米图像也画错了。清代人口陡增，民食吃紧，玉米开始受到重视。因为这种作物对土壤气候条件要求不高，种收省工方便，高产耐饥，没有完全成熟也能采食。最初，玉米主要在各地山区迅速推广，出现了“遍山漫谷皆苞谷”的局面，取代原来粟谷的地位。19世纪后，华北、东北等平原地区也开始大量种玉

米，玉米遂见发展为全国性的重要粮食作物。

甘薯和马铃薯这两种块根作物都原产于美洲。我国原产的块根块茎类粮食作物主要是薯蓣（山药）和芋头，后来都转化为蔬菜了。另一种块根作物也称甘薯或甘藷，属藷蓣科，不晚于汉代已在海南等地栽种，是黎族人民的传统作物。原产美洲的甘薯则属旋花科，又称番薯。明万历年间（16世纪末）传入我国，引进路线一是从吕宋（菲律宾）传入福建，一是从越南传入两广。都是华侨中的有心人冒着风险、冲破当地的封锁把薯种带回国的，其中有不少动人的故事。甘薯传入后，恰遇福建因台风灾害发生饥荒，甘薯被用作救荒作物种植，救人无数，人们对它开始刮目相看。明末徐光启为了解决江南灾荒，多次从福建引种甘薯，研究出甘薯在当地藏种越冬的方法，并总结了甘薯的“十三胜”，包括产量特高，食用方便，繁殖容易，种植简单，耐旱耐瘠，不怕蝗虫等。清中叶以来，随着人口激增和贫苦农民为了寻求新耕地的迁移活动，甘薯加快向北传播，在长江流域、黄河流域等地获得迅速推广。马铃薯又称土豆、洋芋等，传入我国时间大约是明末清初，先在台湾种植，然后进入大陆；也有从俄国引种到我国北方的。马铃薯生长期短，适应性强，即使在气候冷凉地区，在新垦地或瘠薄山地，均可种植，成为苦寒山区人民的重要粮食。

明清时期水稻种植有进一步发展。在北方的13省中，除黑龙江外均有水稻种植。清末水稻分布的北线是新疆伊犁，沿河西走廊、河套到东北的辽河流域。在南方，双季稻从岭南发展到长江流域。北方的谷子、高粱的地位，则因玉米、番薯的传播受到削弱。我国现在的主要粮食作物依次是水稻、小麦、玉米、高粱、谷子、甘薯和马铃薯。这是历史长期发展的结果，而粮食作物构成的这种格局，清代已基本形成了。

在纤维生产方面，棉花虽然在宋元之际传入长江流域，但真正在全国普及还是在明清。明朝立国伊始，即对民户的木棉生产数量作出硬性规定，棉花迅速在黄河流域推广开来。明末徐光启说：“（棉花）宋末始入江南，今则遍及江北与中州矣。”清代中期，棉花不但是国内最重要的衣被原料，而且还有棉花和棉布运销国外。棉花的发展导致麻类种植的下降，麻织品几乎为棉织品所取代。从宋末到明代随着棉业的勃兴，蚕桑业在许多地方趋于萎缩，但南方某些地区，尤其是嘉湖地区，清代在蚕丝出口的刺激下，蚕桑业进一步繁荣，并使其邻近地区和珠江三角洲也发展为重要蚕桑产区。柞蚕丝的生产在明清也有很大发展。首先采收和利用柞蚕丝的，是先秦时代山东半岛的“莱夷”。明中叶以后，放养柞蚕成为山东农家的一项副业，形成一套比较完善的技术，并由起源地山东先后传到黄河流域下游和东北的辽宁、西南的川黔等省。

花生和烟草是我国明清时代引进的重要经济作物。据报道，浙江吴兴钱山漾和江西修水跑马岭都出土过新石器时代的花生遗存。但在以后的漫长岁月里，花生并不见于文献记载，这成为农史研究中尚未解开的一个谜。明嘉靖、万历以前，原产巴西的花生传入我国，称“香芋”。初从海路至闽广，继从闽广至江浙，清初已扩展到黄淮以北。19世纪

又有大粒花生的传入，山东成为花生的重要生产基地。花生含油量大，是榨油的好原料，引进后发展很快，种植几遍全国，成为最重要的油料作物。烟草原产美洲，是明万历年间从吕宋引入福建、广东的，初音译为“淡白菰”；明末清初也有从朝鲜传入东北的。它很快传遍大江南北、长城内外，成为清代重要经济作物。

明清甘蔗生产也有发展，产量以闽广称盛。台湾是新兴蔗区，并迅速超过大陆。蓝靛也是重要经济作物，福建、江西成为蓝靛的特产区。茶叶生产继续发展，传统的官方或半官方的茶马贸易被更广泛的民间贸易所代替，同时茶叶又成为对外贸易最重要的物资之一。

在明清的蔬菜中，传统的葵和蔓菁身价日下，而白菜和萝卜则唱起了主角。它们的品种不断增加。尤其是明中叶培育出不同于原来散叶型的结球白菜，即今天的大白菜。它不但为我国人民所喜爱，而且也被世界各国广泛引种。这一时期引进的蔬菜有原产美洲的辣椒、番茄、菜豆、南瓜以及球茎甘蓝和结球甘蓝等，它们经过我国人民的改良，有很大发展。如我国现在已拥有世界上最丰富的辣椒品种，包括各种类型的甜椒，成为莱椒品种的输出国，北京的柿子椒引种到美国，被称为“中国巨人”。

明清时期我国原有栽培果树的品种显著增加，又从国外引进芒果、菠萝、番木瓜、番荔枝等果树。我国北方现在的主要栽培果树西洋苹果和西洋梨，就是清末从北美洲传入的。

本时期的畜牧业，由于传统牧场的开垦和内地牧养条件的恶化，大牲畜饲养业走向衰落，但猪羊等家禽的饲养继续有所发展。我国贝类的人工养殖始见于宋代文献，明清时代有进一步发展，主要产区在福建、广东沿海，种类则有蠔、蛏、蚶、蠕等。明清时期沿海和台湾人民又在海涂凿池或筑堤养鱼，更扩大了人工养鱼的范围。

上面我们概述了中国古代农业各个阶段的主要情况。从中我们可以看到，中国农业并非从单一中心起源而向周围地区辐射的。中国农业在其发生期即已分布于广阔的地域上，黄河流域是一个中心，长江流域也是一个中心，面貌不同，各有千秋，同为中华农业文化的摇篮。事实证明，我国农业是从若干地区同时或先后发生，因自然条件的差异逐步形成不同类型的农业文化（这种不同类型的农业文化又是不同民族集团形成的基础），并通过相互交流和相互促进，汇合为中华农业文化的洪流。这种现象，贯穿在我国农业起源与发展的全过程中，我们称之为多元交汇。

我国历史上不同类型的农业文化，可以区分为农耕文化和游牧文化两大系统。它们大体以长城为界，在地区上相互分立，在经济上却相互依存。两大农业文化的相互交流和碰撞，是中国古代农业史以至政治史的主要线索之一。在此过程中，农耕文化始终居于主导地位，而牧区对农区存在着较大的经济上的依赖性。游牧民族虽曾多次入主中原，但结局无一例外地被农耕文化所融合。而随着土地的垦辟，总的趋势是农区不断扩大，牧区不断缩小。

在农业文化内部，又有北方的旱地农业和南方的水田农业两种主要类型。其形成以秦岭、淮河南北自然条件的差异为基础，其发展则有赖于相互的交流

和融会。中唐以前，华北旱地农业长期处于领先地位，这既是因为黄河流域土壤、地形、植被等条件有利于早期的开发，又与这里地处中原，便于吸收融会各地区各民族先进的农业文化因素有关。事实上，黄河流域的农业是在华夏族先民创造的粟作农业的基础上，吸收了南方的稻作文化、西部的麦作文化、北方的游牧文化的某些因素而充实发展起来的。南方水田农业起源甚早，但长时期停留在火耕水耨的阶段，至中唐以后，形成自有特色的水田精耕细作技术体系，并终于后来居上，超过北方旱地农业。这既由于这里的自然条件需要社会经济条件积累到一定程度才能充分发挥其潜在的优势，同时也是南北农业文化交流融会的结果。这两种农业文化的形成、发展，它们彼此的交流及地位的消长，是我国农业史的又一主要线索。

除了国内不同地区不同类型农业文化的交流外，还存在与国外农业文化的交流。这在我国动植物的驯化、引种和利用方面表现得十分明显。

我国历史上栽培植物和家养动物种类繁多。其中很大一部分是本土驯化的。20世纪初，前苏联著名遗传学家瓦维洛夫首创栽培植物起源多样性中心学说，把中国列为世界栽培植物八大起源中心中的第一中心。中国起源的栽培植物多达136种，占全世界666种主要粮食作物、经济作物以及蔬菜、果树的20.4%。以后作物起源学说陆续有所补充发展，而中国作为世界作物起源中心之一的地位始终为研究者所公认。我国又是家养动物的重要起源地。这许多本土起源的栽培植物和家养动物，并非汉族单独驯化的，而是中国境内各民族的共同创造。各民族在各自自然环境中驯化了不同的动植物，并通过彼此交流，融会到中华农业文化的总体中。我国的栽培植物和家养动物中，又有相当一部分，包括一些很重要的种类，如粮食中的小麦、玉米、高粱、番薯、马铃薯，纤维中的棉花，油料中的花生、芝麻等等，是从国外引进的。中国人民不但善于创造自己的文化，而且善于吸收外来文化。以小麦为例，它是原产于西亚冬雨区的越年生作物，并不适应黄河流域冬春雨雪稀缺的自然条件，也不适合南方稻田渍水的环境。人们为了发展这种具有“续绝继乏”之功，又在复种中处于枢纽地位的作物，在耕作、栽培、育种、收获、保藏、加工等方面采取了许多特殊措施，创造了一系列有关工具和技术。它从引进到发展为我国第二大粮食作物，成为我国农业体系中不可分割的一部分，足足花了3000多年时间，克服了许多困难。它表明，中国人民是有吸收外来文化的胸襟和能力的。在这里存在着不同于国内地区间与民族间交流的另一种文化交流：一方面，起源于我国的栽培植物和家养动物陆续传到世界各地，另一方面，又不断从国外引进栽培植物和家养动物的新种类、新品种，并用传统技术把它们改造得符合中国的风土条件。正是在这两种交流中，我国栽培植物和家养动物种类日益丰富，农业文化不断提高，并对世界农业发展作出贡献。根据学者的研究，在过去150年中进入西方的粮食、纤维及装饰作物，大多来自日本，而日本的植物又几乎全部来自中国。美国一位人类学家安德生（E. N. Anderson）甚至说：“如果不是由于西方农民和食品购买者根深蒂固的保

守观念，我们所输入的，或许还要多上几百种。对比之下，中国人（一向被认为是盲目地固守传统）却几乎借取了一切能够种在自己国土的西方植物。”这使我们想起林则徐的一副对联，其中有“海纳百川，有容乃大”的话，把它用在这里倒是很恰当的。

【农书】

古农书的产生

我国不但有悠久的农业历史，而且产生和保存了丰富的农学典籍。据北京图书馆主编的《中国古农书联合目录》统计，在西方近代农学传入我国以前，我国大小农书共出现634种，保存至今的有300余种（包括辑佚）。而近年来又发现许多以前所不知道的农书。这些农书可以区分为综合性农书和专业性农书两大类。在我国古代农业发展的每个时期，都有一些代表性农书，深刻地反映了当时的农业面貌和农学水平，成为中国古代农学发展各个阶段的标志。

我国战国的诸子百家中有农家。农家的来源，一部分是历代农官，他们负有劝督农业生产、组织修建沟洫等任务，另一部分是与农民有较多联系的平民知识分子，他们都积累了不少农业生产知识，并有专著。《汉书·艺文志》收录了农家著作九种，其中《神农》、《野老》为战国时作品，都没有保存下来。但成书于公元前239年的《吕氏春秋》中有《上农》、《任地》、《辩土》、《审时》四篇，《上农》讲农业政策，其他三篇讲农业技术，这是我国现存最早的一组农学论文。《任地》等三篇以如何把涝洼盐碱地改造为畎亩结构的农田为中心，阐述了土壤耕作、合理密植、中耕除草、掌握农时等技术环节，是先秦时代（主要是战国以前）农业生产技术的光辉总结。它第一次明确地阐述了农业生产中环境因素、人的因素和农业生物之间的辩证统一关系，是我国精耕细作农学的奠基之作。此外，成书于战国的《尚书·禹贡》和《管子·地员》篇，是水平颇高的农业地理和土壤学方面的著作。

秦汉至南北朝高水平农书的问世

秦汉到南北朝最重要的农书有《氾胜之书》、《四民月令》和《齐民要术》。

氾胜之是西汉末年人，做过汉成帝的议郎，曾在关中地区指导农业生产，成绩卓著。所著农书已佚，仅从其他古书中保存了片断，收集起来只有3500多字。它提出了“趋时、和土、务粪泽、早锄、早获”这一北方旱地耕作栽培的总原则，记载了在小面积土地上深耕细管、集中使用水肥以求高产的区田法，并具体论述了若干种作物的栽培技术。内容丰富。

公元2世纪（东汉末）著名政论家崔寔所著《四民月令》现今也只有辑佚奉。它是农家月令类农书的代表作，反映了黄河流域地主田庄中的各项生产经营活动。

对两汉以来黄河流域农业生产技术作了最为系统而精彩的总结的，是公元6世纪（北魏）的《齐民要术》。这本书的作者是北魏人贾思勰，他在写书的过程中，广泛收集历史文献和农谚中的有关资料，向老农和有经验的知识分子请教，并以自己的实践（观察和试验）来检验前人和今人的经验和结论。全书写得严谨、质朴、精到、详明，堪称后

世农书的典范。《齐民要术》内容包括粮食、油料、纤维、染料、饲料、蔬菜、果树、林木的种植，以及蚕桑、畜牧、养鱼和农副产品的加工，以至烹调等。诸如作者所说，它"起自耕农，终于醯（醋）醢（肉酱），资生之业，靡不毕书"。书中所总结的耕—耙—耢—压—锄、种植绿肥、轮作倒茬和选育良种等原则与方法，标志着我国北方旱地精耕细作技术体系的成熟。此后1000多年，我国北方旱作技术的发展始终没有超越它所指出的方向和范围。其中许多科学原理至今仍然有效。此书虽以黄河流域农业为主，但篇末记载了100多种有实用价值的热带亚热带植物，又是最早的南方植物志之一。总之，《齐民要术》是我国最早最完善的综合性农书，在中国和世界农业史上居重要的地位。西方和东方的学者对《齐民要术》的成就都给予了高度评价，研究的人越来越多。如日本有所谓"贾学"。《齐民要术》已成为世界人民的共同财富。

唐宋元农书的新发展

这一时期农学的发展，首先表现在农书数量的增加。已知农书数量几乎是前代农书总和的一倍。综合性农书中重要的有唐末韩鄂的《四时纂要》；南宋的陈旉《农书》；元代司农司编的《农桑辑要》，王祯《农书》，维吾尔族人鲁明善写的《农桑衣食撮要》等。

唐宋时代专业性农书大大增多，分科更细，内容更专。比较重要的有唐陆龟蒙的《耒耜经》、陆羽的《茶经》、李石的《司牧安骥集》，宋代秦观的《蚕书》、赞宁的《笋谱》、陈翥（柱）的《桐谱》、蔡襄的《荔枝谱》、韩彦直的《橘录》、陈景沂的《全芳备祖》等。还出现一批劝农文和耕织图，它们以通俗的文字和图像介绍农业技术，或针对农业生产中的问题，提出解决办法，具有农业推广性质，是我国古农学的一种新形式。所有这些，难以一一尽述。下面只着重介绍两部最重要农书。它们的作者分别是陈旉和王祯。

陈旉（公元1076—1154年）生于北宋、南宋之交，居于长江下游地区，曾"躬耕西山"，"种药治圃"，有丰富的农业生产实践经验。他于绍兴十九年（公元1149年）写成的《农书》，是总结江南地区农业生产和经营管理经验的一本地区性农书。他写书的态度是不人云亦云，不因袭成论，必经自己实践检验证明切实可靠的才写下来。因此，该书虽然篇幅不大，范围较小，但充满新鲜经验和新鲜思想，这在《齐民要术》以后的综合性农书中，几乎是独一无二的。其中有对水田耕作栽培技术和各类土地合理利用的精辟论述，标志着南方水田精耕细作技术体系的成熟。它和《齐民要术》可算得是双星拱照，南北辉映。书中提出"盗天地之时利"和"地力常新壮"等命题，在传统农学的发展史上具有里程碑式的意义。

王祯（生卒年月不详）是元朝人，原籍山东东平，在安徽和江西当过县尹，对南北各地农业生产都比较熟悉，又是一位多才多艺的人。他在14世纪初写成的《农书》，第一次囊括了北方旱地和南方水田的生产技术，并作了比较，系统全面，源流清晰。尤其是全书约2/3的篇幅用以介绍260种"农器"（主要是农机具，也包括部分农产品加工工具和其他与农业有关的设施），每种农器有图一幅，文字说明一篇，并配上诗歌，

真是图文并茂，洋洋大观，实为我国现存最古最全的农器图谱。

明清农书创作的繁荣

明清是农书创作繁荣、成果丰盛的时代。流传至今的明清农书有几百种之多，占我国农书总数的一多半。这些农书内容丰富、形式多样，其中不乏高水平的佳作。这是当时农业生产和农业技术继续发展的一种反映。在本时期的大型综合性农书中，最重要的是《农政全书》和《授时通考》。

《农政全书》刊刻于明崇祯十二年（公元1639年）。作者徐光启（公元1562—1633年）是明末伟大的科学家，他虽曾官至礼部尚书兼东阁大学士，但仕途坎坷，主要精力放在科学研究上，对天文、数学、农学均有深入研究，是我国介绍西方自然科学的第一人。农学是他用力最勤、收获最丰的领域。他青壮年时一面读书教学，一面参加农业生产，后来又在上海、天津等地进行过广泛的农学试验，并收集了大量前代和当世的农业资料，在此基础上用毕生精力写成的主要著作《农政全书》，是一部50余万字的皇皇巨著。全书分农本、田制、农事（以屯垦为中心）、水利、农器、树艺（谷物、园艺）、蚕桑、蚕桑广类（木棉、苎麻等）、种植（经济作物）、牧养、制造（农副产品加工等）、荒政等十二目，内容比前代农书大为拓宽。它有鉴别地搜罗了历代农书和农业文献的精华，补充了屯垦、水利、荒政等前代农书的缺环，总结了宋元以来在棉花、甘薯引种栽培等方面的新鲜经验，又第一次把“数象之学”应用于农业研究，通过对历史资料的统计分析和实地观察，正确地指出了蝗虫的滋生场所，书中还收录了反映西方近世科技成果的《泰西水法》，堪称我国传统农书中体大思精、内容宏富、继承与创新相结合的集大成之作。

《授时通考》成书乾隆七年（公元1742年），是清政府组织编纂的。全书分天时、土宜、谷种、功作、劝课、蓄聚、农余、蚕桑八门，汇集和保存了丰富的资料，但内容没有什么创新。

这一时期的综合性农书中，地方性小农书显著增多。最著名的有浙江的《沈氏农书》和《补农书》，四川的《三农记》，山东的《农圃便览》、《农蚕经》，陕西的《农言著实》，山西的《马首农言》等，不少是出于经营地主之手的实录性的经验总结，反映了各地区农业生产和农业技术的发展状况。

专业性农书也大量涌现。蚕桑类、畜牧兽医类专著最多，园艺、花卉、种茶、养鱼的农书也不少。有的内容很专门，如记载水稻品种的《稻品》，提倡在江南推广双季稻的《江南催耕课稻编》，论述新兴作物的《烟草谱》、《木棉谱》、《金薯传习录》等，种菌、养蜂、放养、柞蚕等都有专书。是人们为解决农业生产新问题，总结新经验而写的。还值得提出的是，在人多地少的条件下，人们追求小面积高产，纷纷进行区种法试验，于是出现不少以“区田”为名讲述区田法的农书，近人把它们收进《区种十种》中。人们总结抗灾救荒经验，又撰写了一批关于蝗虫防治和救荒植物的专书。以上两类农书均为前代所无。

还有一类农书偏重于理论分析，例如明代马一龙的《农说》》和清代杨屾的《知本提纲》，用阴阳五行的理论解

释农业生产，把传统农学理论进一步系统化，有相当高的水平。不过，它们还停留在以比较抽象的哲理来阐释农业生产现象，当时仍缺乏显微镜一类科学观察实验手段，难以深入探索农业生物内部的奥秘，形成建立在科学实验基础上的理论，这就不能不妨碍我国农学以后的进一步发展。

纵观我国古代农书，在卷帙浩繁、体裁多样、内容丰富深刻、流传广泛久远等方面，远远超过同时代的西欧。这是我们的祖先给我们也是给全人类留下的宝贵遗产。

下面将分别对我国古代农学体系的主要内容加以介绍。

【土地利用】

“广种不如狭收”

土地利用是农业技术的基础，扩大农用地面积和提高单位面积农用地的产量（即土地生产率），是发展农业生产的两条途径。随着人口的增加，中国历代都在扩大耕地面积和农用地范围，但各个农业经营单位在考虑它的生产方针时，总是把重点放在提高单位面积产量上。起码战国以来就是这样。战国初年李悝（亏）为魏相，颁行“尽地力”的教令，指出治田勤谨还是不勤谨，每亩将增产或减产三斗，在方百里可垦田600万亩的范围内，粮食总产的增减达180万石，幅度为20%。“尽地力”，用现在的话来说就是提高土地生产率。荀子也认为，如好好种地，可以亩产“数盆”（盆是量器，合一石二斗八升），等于一年收获两次，潜力很大。

要通过提高单产来增加总产，就不能盲目地扩大经营规模。历代农学家无不提倡集约经营，少种多收。如贾思勰认为，“凡人营田，须量己力，宁可少好，不可多恶”（《齐民要术》）。陈旉主张“多虚不如少实，广种不如狭收”（《农书》），并提出耕作规模要与“财力相称”。明代《沈氏农书》也主张“宁可少而精密，不可多而草率”。这种主张的产生不单纯因为人口增加、耕地紧缺和小农经济力量薄弱。人们在长期生产实践中认识到，集约经营、少种多收，比之粗放经营、广种薄收，在对自然资源的利用和人力财力的使用上都是更为节省的。《沈氏农书》以桑地经营为例，指出如果深垦细管，多施肥料，可以“一亩兼二亩之息，而工力、钱粮、地本，仍只一亩”。又引老农的活说：“三担也是田，两担也是田，担五也是田，多种不如少种好，又省气力又省田。”

我国古代农业单产比西欧古代和中世纪高得多。西欧粮食收获量和播种量之比，据罗马时代《克路美拉农书》记载为四－五倍，据13世纪英国《亨利农书》记载为三倍。而从《齐民要术》看，我国6世纪粟的收获量为播种量的24—200倍，麦类则为44—200倍。据《补农书》记载，明末清初嘉湖地区水稻最高产量可达四—五石，合今每市亩901—1126市斤，比现今美国加利福尼亚州的水稻产量还高。我国古代农业的土地生产率，无疑达到了古代社会的最高水平。

种无闲地与种无虚日

土地生产率与土地利用率关系密切。在“尽地力”思想的指导下，我国古代土地利用率不断提高，集中表现在以种植制度为中心的耕作制度的发展上。我

国在原始农业时期很早就从生荒耕作制转为熟荒耕作制，在传统农业时期，早在战国时就从休闲制转为以连种制为主。而西欧一直到18世纪末仍维持着定期轮流休闲的三圃制。在连种制的基础上，我国古代劳动人民有许多出色的创造。

一是轮作倒茬。一块地里如连续种植一种作物，往往会引起某种营养元素的匮乏和某些病虫害以至杂草的滋生，合理的换茬可以调节以至加强地力，减轻病虫害和杂草的危害。我国古代轮作的特点是广泛采用有肥地作用的豆料作物或绿肥作物与禾谷类作物轮作，方式又灵活多样。

二是间作套种。间种是在同一块土地上成行或带状相间地种植两种或两种以上作物。套种则是指前季作物收获前在行间播种下一季作物，前季作物收获后，套种作物继续生长。这样做可以充分利用耕地和作物生长季节。它要求高秆与矮秆、喜阳与喜阴、深根与浅根以及生育期和对肥料需求不同的各种作物合理搭配，互不相妨，以至互相促进。两汉的《氾胜之书》已介绍在瓜地中间种薤即藠（教）头或小豆，在瓜成熟之前采收薤子或豆叶出卖的办法。《齐民要术》中有桑田间种芜菁、绿豆、小豆，麻子间种芜菁，大豆间种谷子等的记载。陈旉《农书》总结和推荐桑园间作苎麻的方式。明代出现了水稻套种、麦棉套种等新经验，到了清代间套种的方式就更加丰富多彩了。

三是多熟种植。我国中原地区早在战国秦汉已有复种制的萌芽（如冬麦收获后种禾、豆），岭南部分地区双季稻种植不晚于汉代。但这些都是零星的、分散的。复种制较大的发展是在宋代，当时经济重心所在的江南地区人民在水稻收获后种植小麦、豆类和油菜等。到了明清，江南稻麦复种制进一步发展。南方双季稻的种植更加广泛，并向长江流域扩展，部分地区出现二稻一麦的一年三熟制。在华北的许多地方，早在唐宋时已出现以麦作为中心的二年三熟制，至明清趋于定型，典型形式是秋收后种冬麦，麦后种豆，次年豆后种玉米、谷子、黍穄（继）等，收获后仍种冬麦，依次循环。杨屾《修齐直指》中还记载了粮菜间套复种两年十三收的经验。

农业是依靠绿色植物吸收太阳光能转化为有机物质的。我国传统耕作制度的特点是多熟种植与轮作倒茬、间作套种相结合，一方面尽量扩大绿色植物的覆盖面积，以至“种无闲地”；另一方面尽量延长耕地里绿色植物的覆盖时间，以至“种无虚日”，使地力和太阳能得到充分的利用，以提高单位面积产量。这种耕作制度对水、肥和耕作管理的要求很高，并且必须十分熟悉各种作物的特性。

立体农业的雏形

间套作和轮作复种已是一种多物种、多层次的立体布局，这种充分利用土地的方法还可以从大田扩展到水体，从种植业扩展到多种经营。例如，汉代已出现利用陂塘灌溉种稻，塘内养鱼种莲，堤上植树的综合土地利用方式，考古工作者已发现许多反映这种情况的汉代陂塘水田模型。陈旉《农书》总结了高田凿池蓄水种稻，堤上植桑系牛的经验。明清时代，一些低洼地区（主要是长江下游和珠江三角洲）比较广泛地采取了

堤塘生产方式：低洼地挖池，堆土为堤（或称“基”），池中养鱼，堤上植桑（或种果、蔗及其他作物），桑叶饲蚕，蚕矢（屎）饲鱼，池泥壅桑，循环利用。如珠江三角洲有桑基鱼塘、果基鱼塘、蔗基鱼塘、稻基鱼塘等。有的地方还加入了畜禽生产和大田生产的内容。如明嘉靖年间谭晓兄弟在江苏常熟开发荒洼地，最洼处凿为鱼池，次洼处种植菰、茈（荸荠）、菱、芡等水生植物，有条件的开成菜畦；池上架笼舍养鸡猪，利用其粪饲鱼，田地周围筑高塍，其上植梅桃诸果。据《补农书》等记载，明末清初浙江嘉湖地区形成“农—桑—鱼一畜”相结合的生产方式：圩外养鱼，圩上植桑，圩内种稻，又以桑叶饲羊，羊粪壅桑，或以大田作物的副产品或废脚料饲畜禽，畜禽粪作肥料或饲鱼，塘泥肥田种禾等。这些生产方式，巧妙地利用水陆资源和各种农业生物之间的互养关系，组成合理的食物链和能量流，形成生产能力和经济效益较高的人工生态系统，把土地利用率提到一个新的高度。

当前，在对中国式农业现代化道路的探索中，把传统经验与现代科技相结合，全国各地正在掀起研究和推广各种立体农业模式的热潮。立体农业的主要特点是多种生物共处与多层次配置，来提高资源利用率、土地产出率和产品商品率。这种立体农业的雏形，明清时代即已出现，它预示着农业发展的一种方向，具有深远的意义。

中国传统农业以提高土地利用率和土地生产率为其主攻方向，而这就是精耕细作技术体系的基础。集约的土地利用方式与精耕细作是互为表里的。

【农时】

从农业的总体来分析，农业技术措施可以区分为两大部分：一是适应和改善农业生物生长的环境条件，二是提高农业生物自身的生产能力。我国农业精耕细作技术体系包括了这两个方面的技术措施。

“食哉唯时”和“勿失农时”

《尚书·舜典》中有一句话，叫“食哉唯时”，意思是解决民食问题的关键是把握时令、发展生产。历代统治者总是把“敬授民时”作为施政的首务。春秋战国诸子百家尽管有诸多分歧，但在主张“勿失其时”、“不违农时”、“使民以时”方面，却是少有的一致。

为什么“时”受到如此的重视？这是因为农业是以自然再生产为基础的经济再生产，受自然界气候的影响至大，表现为明显的季节性和紧迫的时间性。这一特点，中国古代农业更为突出。中国古代农民和农学家农时意识之强为世所罕见。他们认为从事农业生产首先要知时顺天。《吕氏春秋·审时》提出“凡农之道，厚（候）之为宝”的命题，并以当时主要粮食作物为例，详细说明了庄稼“得时”和“先时”、“后时”的不同生产效果，指出“得时之稼”籽实多、出米率高、品质好，味甘气章，服之耐饥，有益健康，远胜于“失时之稼”。西汉《氾胜之书》讲旱地耕作栽培原理以“趣（趋）时”为首，明马一龙《农说》阐发“三才”理论以“知时为上”，等等。作为农时观念的产物，形成了中国特有的月令体裁农书，特点是根据每月的星象、物候、节气等安排

农事和其他活动。它在中国农书和农学文献中不但占有相当大的比重，而且是最早出现的一种，如《夏小正》。在其他体裁的农书中，也往往包含类似月令的以时系事的丰富内容。

中国古代农时意识之所以特别强烈，与自然条件的特殊性有关，也和精耕细作传统的形成有关。

黄河流域是中华文明的起源地之一，也是中国农学的第一个摇篮。它地处北温带，四季分明，作物多为一年生，树木多为落叶树，农作物的萌芽、生长、开花、结实，与气候的年周期节奏是一致的。在人们尚无法改变自然界大气候的条件下，农事活动的程序不能不取决于气候变化的时序性。春耕、夏耘、秋收、冬藏早就成为人们的常识。黄河流域春旱多风，必须在春天解冻后短暂的适耕期内抓紧翻耕并抢栽播种，《管子》书中屡有“春事二十五日”之说，春播期掌握成为农时的关键一环。一般作物成熟的秋季往往多雨易涝，收获不能不抓紧；冬麦收获的夏季正值高温逼熟，时有大雨，更是“龙口夺食”。故古人有“收获如盗寇之至”之说。黄河流域动物的生长和活动规律也深受季节变化制约。如上古畜禽驯化未久，仍保留某些野生时代形成的习性，一般在春天发情交配，古人深明于此，强调畜禽孳乳“不失其时”。大牲畜实行放牧和圈养相结合，一般是春分后出牧，秋分后归养，形成了制度，也是与自然界牧草的荣枯相适应。

随着精耕细作技术的发展和多种经营的开展，农时不断获得新的意义。如牛耕推广和旱地“耕、耙、耢”及防旱保墒耕作技术形成后，耕作可以和播种拉开，播种期也有更大的选择余地，而播种和耕作最佳时机的掌握也更为细致了，土壤和作物等多种因素均需考虑。如《氾胜之书》提出“种禾无期，因地为时”。北魏《齐民要术》则拟定了各种作物播种的“上时”、“中时”和“下时”。施肥要讲“时宜”，排灌也要讲“时宜”。如何充分利用可供作物生长的季节和农忙以外的“闲暇”时间，按照自然界的时序巧妙地安排各种生产活动，成为一种很高的技巧。南宋陈旉《农书·六种之宜》说：“种莳之事，各有攸叙能知时宜，不违先后之叙，则相继以生成，相资以利用，种无虚日，收无虚月，一岁所资，绵绵相继。”他认为农业生产是“盗天地之时利”，这种道家的语言出自这位农学家之口，带有主动攘夺、巧妙利用天时地利的意义。明清一些地方性农书的作者（多为经营地主），在他们的农事时间表上，农忙干什么，农闲干什么，晴天干什么，雨天干什么，都有细致的安排。

物候、星象、节气

那么，中国古代人民是如何掌握农时的呢？

这有一个发展过程。对气候的季节变化，最初人们不是根据对天象的观测，而是根据自然界生物和非生物对气候变化的反应（如草木的荣枯、鸟兽的出没、冰霜的凝消等）所透露的信息去掌握它，作为从事农事活动的依据，这就是物候指时。在中国一些保持或多或少原始农业成分的少数民族中，保留了以物候为农时主要指示器的习惯，有的甚至形成了物候计时体系——物候历。我国中原地区远古时代也应经历过这样一个阶段。相传黄帝时代的少昊氏“以鸟

名官”：玄鸟氏司分（春分、秋分），赵伯氏司至（夏至、冬至），青鸟氏司启（立春、立夏），丹鸟氏司闭（立秋、立冬）。玄鸟是燕子，大抵春分来秋分去，赵伯是伯劳，大抵夏至来冬至去，青鸟是鸧鴳，大抵立春鸣，立夏止，丹鸟是鷩雉，大抵立秋来立冬去。以它们分别命名掌管分、至、启、闭的官员，说明远古时确有以候鸟的来去鸣止作为季节标志的经验。甲骨文中的“年”字是人负禾的形象，而“禾”字则表现了谷穗下垂的粟的植株，故《说文》讲“谷熟为年”。这与古代藏族“以麦熟为岁首”（《旧唐书·吐蕃传》）、黎族“以藷蓣之熟，以占天文之岁”（《太平寰宇记》）如出一辙，都是物候指时时代留下的痕迹。物候指时虽能比较准确反映气候的实际变化，但往往年无定时，“月”无定日，同一物候现象在不同地区不同年份出现早晚不一，作为较大范围的记时体系，显得过于粗疏和不稳定。于是人们又转而求助于天象的观测。据说黄帝时代已开始“历法日月星辰”（《史记·五帝本纪》）。当时测天活动是很普遍的，其流风余韵延至三代，顾炎武就有“三代以上，人人皆知天文”的说法。人们在长期观测中发现，某些恒星在天空中出现的不同方位，与气候的季节变化规律吻合，如北斗星座，“斗柄东向，天下皆春；斗柄南向、天下皆夏；斗柄西向，天下皆秋，斗柄北向，天下皆冬”（《鹖（和）冠子》），俨然一个天然的大时钟。有人研究发现，我国远古时代曾实行过一种“火历”，就是以“大火（即心宿二）昏见”为岁首，并视“大火”在太空中的不同位置确定季节与农时。但以恒星计时适于较长时段（如年度、季度），有时观测也会遇到一定困难；较短时段纪时的标志则莫若月相变化明显。于是又逐渐形成了朔望月和回归年相结合的阴阳合历。所谓朔望月是以月亮圆缺的周期为一月，所谓回归年是以地球绕太阳公转一次为一年。但回归年与朔望月和日之间均不成整数的倍数，十二个朔望月比一个回归年少11天左右，故需有大小月和置闰来协调。又，朔望月便于计时，却难以反映气候的变化。于是人们又尝试把一个太阳年划分为若干较小的时段，一则是为了更细致具体地反映气候的变化，二则也是为了置闰的需要。探索的结果最后确定为二十四节气。二十四节气是以土圭实测日晷为依据逐步形成的。不晚于春秋时已出现的分、至、启、闭是它的八个基点，每两点间再均匀地划分三段，分别以相应的气象和物候现象命名。二十四节气的系统记载始见于《周髀算经》和《淮南子》。它准确地反映了地球公转所形成的日地关系，与黄河流域一年中冷暖干湿的气候变化十分切合，比以月亮圆缺为依据制定的月份更便于对农事季节的掌握。它是中国农学指时方式的重大创造，至今对农业生产起着指导作用。

中国农学对农时的把握，不是单纯依赖一种手段，而是综合运用多种手段，形成一个指时的系统。如《尚书·尧典》以鸟、火、虚、昴四星在黄昏时的出现作为春夏秋冬四季的标志，同时也记录了四季鸟兽的动态变化。《夏小正》和成书较晚但保留了不少古老内容的《礼记·月令》，都胪列了每月的星躔、气象、物候，作为安排农事和其他活动的依据，后者还实际上包含了二十四节

气的大部分内容。这成为后来月令类农书的一种传统。二十四节气的形成并没有排斥其他指时手段。在它形成的同时，人们又在上古物候知识积累的基础上，整理出与之配合使用的七十二候。春秋战国时代，人们还在长期天文观测的基础上，试图依据岁星（木星）在不同星空区域中12年一循环的运行，对超长期的气候变化规律以及它所导致的农业丰歉作出预测。二十四节气作为中国传统农学的主要指时手段，是和其他手段协同完成其任务的。元人王祯在其《农书》中说："二十八宿周天之变，十二辰日月之会，二十四气之推移，七十二候之变迁，如循之环，如轮之转，农桑之节，以此占之。"他为此制作了"授时指掌活法图"，把星躔、节气、物候归纳于一图，并把月份按二十四节气固定下来，以此安排每月农事。他又指出该图以"天地南北之中气作标准"，要结合各地具体情况灵活运用，不能"胶柱鼓瑟"。这是对中国农学指时体系的一个总结。

"侔造化、通仙灵"的人工小气候

人们无法改变自然界的大气候，但却可以利用自然界特殊的地形小气候，并进而按照人类的需要造成某种人工小气候。我国人民很早就在园艺和花卉的促成栽培上利用地形小气候和创造人工小气候，从而部分地突破自然界季节的限制和地域的限制，生产出各种侔天地之造化的"非时之物"来。

早在秦始皇时代，人们已在骊山山谷温暖处取得冬种甜瓜的成功。唐朝以前，苏州太湖洞庭东西山人民利用当地湖泊小气候种植柑橘，成为我国东部沿海最北的柑橘产区。唐代官府利用附近的温泉水培育早熟瓜果。王建《宫词》说："酒幔高楼一百家，宫前杨柳寺前花。御园分得温汤水，二月中旬已进瓜。"

温室栽培最早出现在汉代宫廷中。《汉书》说，西汉时政府的"太官园"，在菜圃上"覆以屋庑"，"昼夜燃蕴火"，冬天种植"葱韭菜茹"。这是世界上见于记载最早的温室，比西欧的温室早了1000多年。类似的还有汉哀帝时的"四时之房"，用来培育非黄河流域所产的"灵瑞嘉禽，丰卉殊木"。汉代温室栽培蔬菜可能已传到民间，有些富人也能吃到"冬葵温韭"了。唐代温室种菜规模不小，有时"司农"要供应冬菜2000车。北宋都城汴梁（今河南开封）的街市上，十二月份还到处摆卖韭黄、生菜、兰芽等。王祯《农书》记载的风障育早韭、温室囤韭黄和冷床育菜苗等，也属于利用人工小气候的范围。这种技术推广到花卉栽培，有所谓"堂花术"。南宋临安（今浙江省杭州市）郊区马塍盛产各种花卉。凡是早放的花称堂花。方法是：纸饰密室，凿地为坎，坎上编竹，置花竹上，用牛溲硫磺培溉；然后置沸水于坎中，当水汽往上熏蒸时微微煽风，经一夜便可开花。难怪当时人称赞这种方法是"侔造化、通仙灵"了。

在古代农业生产中，反常气候造成的自然灾害，如水、旱、霜、雹、风等，一般是难以抵御的，但人们还是想出了各种避害的办法。其中之一就是暂时地、局部地改变农田小气候。例如，果树在盛花期怕霜冻，人们在实践中懂得晚霜一般出现在"天雨新晴（湿度大）、北风寒切（温度低）"之夜，这时可将预先准备好的"恶草生粪"点着，让它暗

燃生烟，藉其烟气可使果树免遭霜冻。这种办法在《齐民要术》中已有记载。清代平凉一带还施放枪炮以驱散冰雹、保护田苗。

土宜论与土脉论

土地是农业生产的基本要素之一。土地对农业的重要性是不言而喻的。如前所述，中国古代农学把土地视为万物之所由生，财富之所由出，因此，“尽地利”成为农业生产的基本要求之一。在长期与土地打交道的过程中，人们积累了有关土地和土壤的丰富知识，逐步形成科学的体系。我国传统土壤学包含了两种很有特色而相互联系的理论，这就是土宜论和土脉论。

土宜或地宜的概念出现颇早。相传周族先祖弃就曾“相地之宜，宜谷者稼穑焉”（《史记·周本纪》）。春秋战国时期的许多古书中都谈到了土宜，难以遍举，从中可以看出，“相高下、视肥硗、序五种”已成为农夫的常识，同时也是政府有关官员的职责。土宜的概念包括了不同层次的内容。《周礼·大司徒》：“以土宜之法，辨十二土之名物，以相民宅而知其利害，以阜人民，以蕃鸟兽（畜牧业），以毓草木（农林业），以任土事（郑注：就地所生，任民所能）；辨十有二壤之物而知其种，以教稼穑焉。”古人把黄道周天划分为12次，每次各有其分野。所以，“十二土”非指12种土壤，而是指12个地区的不同土壤。土宜的第一层含义是重视农业的地区性，根据地区特点安排生产与生活。在同一地区内，则应按照不同土地类型（如山林、川泽、丘陵、坟衍、原隰，古所谓“五地”）全面安排农牧林渔各项生产，这是土宜的第二层含义。按照不同土壤类别，安排不同的作物，则是它的第三层含义。土宜的概念，在后世农业中获得继承和发展，内容不断深化。就因土种植而言，不但作物选择，而且播种时间，耕作深浅和方式，施肥种类和方法等等，都要考虑土宜。

土宜论是建立在对不同土壤、不同地类及其与动植物关系的深刻认识的基础上的。中国在春秋战国时期已对土壤作出细致的分类。被李约瑟称为“世界最早的土壤学著作”的《尚书·禹贡》，根据土壤的颜色和质地把九州土壤分为十种，如黄土高原肥沃而疏松的原生黄土称黄壤；河北一带黄土因含盐碱物质较多呈白色，故称白壤；山东半岛丘陵地区富含腐殖质、肥沃而松隆的土壤称黑坟；土性坚刚的称垆；黏土称埴；下湿土称涂泥等，据近人考证，其所述大体符合我国土壤分布状况。《管子·地员》则按肥力的高低把九州土壤为三等18类，每类五种，共90种。中国古代土壤分类的知识远远超出同时代的西欧。尤其值得注意的是，中国古代农学并非孤立地进行土壤分类，而是十分注意不同土壤、不同地类与不同的动植物的相互依存。《禹贡》在论述九州土壤类别地势高下的同时，也胪列了九州的植被和物产。《地员》更详列了各类土壤所宜生长的作物品种、果品、草木、鱼产和牲畜。它首次揭示了植物依地势高下垂直分布的特点，指出“凡草土之道，各有谷造，或高或下，各有草物”。《周礼·大司徒》还记载了辨别五类土地（山林、川泽、丘陵、坟衍、原隰）上生长的不同动植物的“土会之法”。不妨说，中国传统土壤学本质上是一种土壤生态学。

在作物生长的外界环境中，气候是人们难以控制和改变的，但土壤在很大程度上则是可以改变的，地形在一定程度上也是可改变的。因此，我国古代人民总是把改善农业环境条件的努力侧重在土地上。作为这种实践的结晶并为之提供理论根据的就是土脉论。《国语·周语》有这样的记载：古时候，大史顺应时令观察土壤动态，每年立春，当房宿（农祥星）晨悬中天，日月相会于“营室”所在天宇时，大地的气脉开始搏动，这时就要进行春耕。把土壤中的温湿度、水分、养分和气体的流动等性状概括为“土气”或“地气”这样一个笼统的概念，把土壤看成是有气脉的活的机体。这可视为战国时人对西周以来经验的总结。土壤气脉，在一定意义上可以理解为土壤的肥力，或土壤肥力的基础。这种土脉论为后世农学家所继承和发展，并把它和土宜论结合起来。如陈旉说：“土壤气脉，其类不一，肥沃硗埆，美恶不同，治之各有宜也。”（《农书·粪田之宜篇》）明马一龙径说：“土，地脉也。”（《农说》）这和我们现在所说的“肥力是土壤的本质”并不抵牾。

既然土壤有气脉，气脉有盛有衰，可损可益，那么，土壤的肥力状况就不是固定的，而是可以在人力的影响下变化的。《吕氏春秋·任地》：“地可使肥，又可使棘。”上引《周礼·大司徒》职文分言十二土与十二壤，郑玄在其《周礼注》中解释说：“壤，亦土也，以万物自生焉，则言土；以人所耕而树艺焉，则言壤。”用现代土壤学术语说，土是自然土壤，壤是耕作土壤。当时人们已经认识到，通过人类的农业活动，可以使自然界土壤发生适合人类需要的变化。这在土壤学史上应是一个了不起的发现。《周礼·草人》还谈到“土化之法”，这是指使土地变得肥美而适合农作需要。具体办法是什么呢？《周礼》谈得比较模糊，东汉王充却回答了这个问题。《论衡·率性》：“夫肥沃硗埆，土地之本性也。肥而沃者性美，树稼丰茂；硗而埆者性恶，深耕细锄，厚加粪壤，勉致人功，以助地力，其树稼与彼肥沃者相似类也。”在这里，作物产量的高低是衡量土壤肥力的综合指标，它不但肯定土壤肥瘠是人力可以改变的，而且明确指出“深耕细锄、厚加粪壤”是瘠土转化为沃土的条件。在这个基础上继续发展，孕育出著名的“地力常新壮”的理论。南宋陈旉批判了“地久耕则耗”的观点，他指出有人说田地种三五年地力就消乏，土敝气衰，草木不长，这是不对的；如果能经常添加新沃的土壤，施用肥料，田地就会越来越肥美，地力就能经常保持“新壮”的状态。这和西方古代的土地肥力递减论形成鲜明的对照，是中国传统农学最光辉的思想之一。陈旉又指出：“虽土壤异宜，顾治之如何耳。治之得宜，皆可成就。”（《农书·粪壤之宜篇》）这和近代土壤科学所说的，“没有不好的土壤，只有拙劣的耕作方法”是一致的。

巧借秋墒济春旱

中国古代农学对土地环境的改造是综合的，主要措施有耕作、施肥、排灌、农田结构改良和合理的耕作栽培制度等等。下面略作介绍。

耕作改土的理论基础正是土脉论与土宜论。《吕氏春秋·任地》：“凡耕之大方，力者欲柔，柔者欲力；息者欲劳，

劳者欲息；棘者欲肥，肥者欲棘；急者欲缓，缓者欲急；湿者欲燥，燥者欲湿。”这是土壤性状的五对矛盾，其中力柔是指土质的硬软，急缓是指土壤肥力释放的快慢。处理这些矛盾要求适度，防止偏颇。西汉《氾胜之书》进一步把上述要求概括为“和土”这样一个总原则。“和”是古人心目中自然界和社会秩序和谐的理想状态。“和土”就是力求土壤达到肥瘠、刚柔、燥湿适中的最佳状态。如坚固的土壤要反复“耕摩”，所谓“强土而弱之”，松软的土壤要反复“耕蔺（镇压）”，以至驱牛羊践踏，所谓“弱土而强之”。土壤以松紧适度、形成团粒结构者为佳。古人诚无团粒结构之概念，但在实际经验中懂得何种土壤状态最利于作物生长，他们用“和”这样一个笼统的概念来表达这种认识。抽象模糊的哲理性概念和具体细致的感性经验的结合，正是中国传统农学的特点之一。

通过耕作措施创造良好的土壤环境，以黄河流域旱地耕作体系最为典型。由于黄河流域春旱多风，人们很早就懂得播种后立即覆土——“耰”。春秋时人们明确提出“深耕疾耰”的技术要求。但早期的耕作只是即将播种时进行的简单的松土，耕和耰都是和播种不可分的。汉魏以来，随着牛耕铁犁的推广，始则出现畜力牵引的耱和挞代替原来手工操作的缨，继之又出现了畜力耙，这样，耕作就可以在播种前反复进行。每次耕翻都要用耙把坷垃耙碎，然后用耱进一步把表土耱细耱平，切断土壤毛细管，避免水分蒸发，使土壤形成上虚下实、保水保肥性能良好的耕层结构。有了这套工具和方法，又可以通过秋耕蓄秋雨以济春旱，秋耕因而受到人们的重视。播种以后要及时镇压，这不但能使种土相亲，而且可以连通土壤的毛细管，把土壤中的水分提上来（提墒），以利出苗。出苗后则要进行及时而细致的中耕。中耕与否，是中国传统农业与中世纪西欧农业的重要区别之一。前面曾经谈到，西周时人们对中耕已很重视，以后人们又总结了一套锄早、锄小（草小时锄）、锄了、锄不厌数（不怕次数多）和按苗情墒情定锄法的技术。民谚说：锄头中有水又有火。可见中国农民早已认识到中耕既能抗旱又能提高地温促进庄稼生长。耕一耙一耱（耢）一压一锄，这是黄河流域旱地耕作技术体系的主要环节，由于有了这一精细而巧妙的耕作体系，黄河流域春旱的威胁在相当程度上获得了缓解。

惜粪如惜金，用粪如用药

施肥是给作物生长创造良好土壤环境的另一重要措施。我国农业土地利用率的不断提高，是以恢复和培肥地力技术的进步为前提的。地力的恢复，在撂荒制下，完全依靠自然的过程；在休闲制下，已有人工干预的措施，如在休闲地上芟除草木，并用水淹或火烧，使之变成肥料。我国何时有意识地施用肥料，还有不同看法，但施肥受到比较普遍的重视，显然是连种制开始代替休闲制的战国时代。当时人们要求“积力于田畴，必且粪（施肥）灌”（《韩非子》语），而“多粪肥田”已被认为是“农夫众庶”的日常任务了（《荀子》）。汉代人又把施肥和改土联系起来。宋以后，随着复种制的发展，人们对施肥的增产作用和维持地力的作用认识更加深刻，人们认为“粪田胜于买田”（《农桑辑

要》)，甚至到了“惜粪如惜金”（王祯《农书》）的地步。“勤耕多壅（施肥），少种多收”（《补农书》）成为传统农业的基本原则。

为了多施肥料，人们千方百计开辟肥源，到了明清时代，在农书中有记载的肥料已达130多种。这些肥料，一部分来自自然界。例如，早在战国时人们就割取青草、树叶等烧灰作肥。以后又广泛利用草皮泥、河泥、塘泥等，水生萍藻也在人们收集之列。更多的来源于人类在农业生产和生活中的废弃物，诸如人畜粪溺、垃圾脏水、老坑土、旧墙土、作物的秸秆、糠秕、老叶、残茬，动物的皮毛骨羽等，统统可以充当肥料。人工栽培的绿肥是由天然肥发展而来的。汉代人们已懂得最好等待地上青草长出后翻耕，使青草烂在地里作肥。在这一启发下，人们逐步开始有意识种植绿肥。晋张华《博物志》中谈到岭南人在稻田中冬种苕子，是关于人工绿肥的最早记载。绿肥出现后，被广泛种植于夏闲地，实行粮肥轮作，我国农田施肥的范围就大大扩展了。榨油后的枯饼、酿造后的渣糟，也属“废弃物”范围。陈旉《农书》首次记载用“麻机”作肥料，以后这种肥料也增至几十种。饼肥成为化肥传入以前最为优质高效的商品肥。我国传统农家肥以有机肥为主，但封建社会后期石灰、石膏、硫磺等无机肥料也开始使用。

肥料要经过沤制加工，促其发酵腐熟，以提高肥效，古称“酿造”。施肥方式与技术也很讲究，有种肥、基肥和追肥。如何施肥才能用最小工本取得最大效果？人们强调要看时宜、土宜和物宜，把施肥比作对症下药，即所谓“用粪如用药”（陈旉语）。

用地和养地相结合是我国农业的优良传统。我国古代之所以土地利用率不断提高而地力长久不衰，重视施肥、精耕细作和合理的轮作倒茬是最重要的原因。

合理排灌与土壤环境的改良

农田的合理排灌对改善土壤环境也是很重要的。举例说，黄河流域先秦时代的沟洫制，就是通过开挖排水沟洫，形成长条型垄台，结合条播、合理密植、间苗除草等措施，建立行列整齐、通风透光的作物群体结构，不仅改变了涝渍返碱的土壤环境，而且创造了良好的农田小气候。战国以后，农田灌溉发展起来。人们往往用引水淹灌并改种水稻的办法洗盐，或者利用北方河流含沙量高的特点灌淤压碱。漳水十二渠和郑国渠在这方面都做得十分成功，使“千古斥卤（盐碱地）”成为亩产一钟的良田。西汉贾让曾对此总结说：“若有渠灌，则盐卤下湿，填淤加肥，故种禾麦，更种秔稻，高土五倍，下田十倍。”（《汉书·沟洫志》）北宋王安石变法期间也曾在黄河流域大规模放淤压碱。南方梯山围水，也包含了通过适当排灌，改善土壤水分状况的措施在内。南方水稻田的水浆管理，既要满足水稻生长各阶段对水的需要，又要避免稻田因长期渍水而温度不足、通气不良的弊病。陈旉《农书》记载江南水稻耘田采取“旋干旋耘”的办法，耘过的田，要在中间和四傍开又大又深的沟，把水放干，至田面坼裂为止，然后再灌水。这样做，就是为了提高地温，促进氧化。陈旉说这“胜于用粪”。这种开沟烤田的办法，至今仍流行于苏南地区，农民称之为丰产

沟。为了改善水稻田土壤结构，又有犁冬晒垡，水旱轮作，在冬水田上开腰沟排水等项措施。至于秧田排灌管理，就更为细致了。

高产栽培法与低产田改造

在综合运用耕作、施肥、灌溉等项技术方面，我国古代还创造了一些特殊的高产耕作栽培法。如西汉赵过创造代田法，把六尺宽的亩作成三沟三垄，种子播在沟中，出苗后锄垄土壅苗，渐至垄平，这样做可以防风抗旱。同时又采取耦犁作垄，耧车条播等措施，大大提高了劳动生产率。垄和沟的位置年年轮换，也就是耕地中利用部分和闲歇部分轮番交替，代田法由此得名。这样做，耕地得以劳息相均，用养兼顾。代田法曾在西汉都城长安所在的关中地区和西北边郡屯田区推行，收到明显增产效果。后来由于牛耕的普及和耕—耙—耱—压—锄抗旱保墒耕作技术体系的形成，黄河流域一般已不需要采用垄沟种植的形式。

始见于《氾胜之书》的区田法，是把农田作成若干宽幅或方形小区，采取深翻作区、集中施肥、等距点播、及时灌溉等措施，夺取高产丰产。它不一定要求有成片的耕地，不一定采取铁犁牛耕，但要求投入大量劳力，比较适合缺乏牛力和大农具、经济力量薄弱的小农经营。据《氾胜之书》记载，区田可以达到“亩产百石”。从历代试验包括解放后试验的材料看，区田法确能抗旱高产，但产量未必如《氾胜之书》宣传的那么高，而且费劳力太多，难以大面积推广。倒是遇到牛疫或旱灾时，不失为救急济贫的良法。

清代耿荫楼还设计过一种“亲田法”，每年轮流在全部耕地中选出部分耕地，加倍精耕细作、施肥灌水，既能旱涝保收，又能轮流培肥地力。

我国古代劳动人民在改造低产田方面是下了不少工夫的。华北多盐碱地，除上文谈到的沟洫排盐、种稻洗盐、放淤压盐之外，还有种植苜蓿、耐盐树种治盐和深翻窝盐等办法。南方多冷浸田，又有犁冬晒垡，开沟烤田，熏土暖田和施用石灰、骨灰、煤灰等办法。

甘肃干旱贫瘠山区还创造一种“砂田”。土地耕后施肥，分层铺上砂石，造成保温、保水、压盐的土壤环境，这种田收成甚好，但造田和改铺要花费大量劳力，堪称农业技术史上的一项奇迹。

中国现有的许多耕地原来的条件并不好，是历代人民加以改造才成为良田的。这样的土地国外是很少利用的。这一事实表明中国人在与大自然的斗争中是有高度智慧和毅力的。

【农业技术】

中国古代农业在提高农业生物自身生产能力方面也积累了丰富的经验，创造了精湛的技术。

去劣培优结硕果

选育良种是人类改变农业生物的性状（包括克服不利性状和加强有利性状），使之适应自然环境和人类需要的主要手段之一。从《诗经》看，西周时人们已有“嘉种”即良种的概念，已经培育出粟和黍的不同品种，已经用成熟期的早晚和播种期的早晚区分不同品种类型。战国人白圭说：“欲长钱，取下谷；长石斗，取上种。”（《史记·货殖传》）意思是：想赚钱，要收购便宜的

粮食；想增产粮食，要采用好种子。表明人们已认识到采用良种是最经济的增产方法。我国传统的选种方法是：年年选种，以积累优良性状；经常换种，以防止退化。《氾胜之书》已有从田间选取强健硕大的禾麦穗子作种（穗选法）的记载。《齐民要术》又强调了种子要纯净，指出混杂的种子有成熟期不一、出米率下降等弊病。为此，要把选种、繁种和防杂保纯结合起来。书中介绍的方法是：禾谷类作物要年年选种，选取纯色的好穗子，悬挂起来，开春后单独种植，加强管理，提前打场，单收单藏，作为第二年的大田种子。这种方法类似现在的种子田，其原理和近代混合选种法一致，而比1867年德国育种学家仁博首次运用这种方法改良黑麦和小麦早了1300多年。

为了保持和提高种子的生命力，还要注意种子储藏时保持干燥，防止生虫。播种前一般用水选法除去秕粒，然后晒种，有时还采用药物拌种、浸种催芽等方法。这些在古书中有很多记载。

我国古代另一种育种法是单株选择法，又叫“一穗传”，清代文献中有此记载。它是选取一个具有优良性状的单株或单穗，连续加以繁殖，从而培育出新品种来。清朝康熙皇帝用此法选育出著名的早熟御稻，曾作为双季稻的早稻种在江浙推广。

我国古代农业在长期的发展中培育和积累了大量作物品种资源。早在成书于战国的《管子·地员》篇中，已有各类作物品种及其适宜土壤的记载，晋代《广志》和北魏《齐民要术》对作物品种的记述，无论数量和性状都有很大发展。到了清代，仅官修大型农书《授时通考》中收录的部分省市县的水稻品种即达3000个以上。丰富的、各具特色的品种资源，不但满足人类生产生活上的各种需要，而且是育种工作的基础，对农业的今天和明天，具有不可估量的意义。

人力回天的无性繁育技术

在园艺、花卉、林木生产中，人工无性繁育技术获得广泛应用。在这方面最早采用的方法大概是某些块根块茎类作物（如藷蓣和芋）和蔬菜（如韭菜）的分根繁殖，但缺乏早期的明确记载。《诗经》中有“折柳樊圃”（把柳枝折断插在菜圃周围作樊篱）的诗句，这是关于扦插的最早记载。东汉崔寔《四民月令》说：“正月可以掩树枝”，即把树枝埋入土中，让它生根，明年用以移栽。这是用高枝压条取得扦插材料的方法。在《齐民要术》中，多种果树和桑树都可采用“栽”即插条的方法繁殖。

嫁接是在扦插技术基础上出现的人工无性杂交法。其起源不晚于战国。春秋战国时流行“橘逾淮而北为枳”的说法。枳和橘类缘相近而较耐寒，当时南方的橘农应有用枳作砧木、用橘作接穗的嫁接技术；当人们把这样培育出来的橘树从南方移植到北方时，接穗（橘）因气候寒冷而枯萎，而砧木（枳）却能继续存活，北方人不知其所以然，误以为橘化为枳。东汉许慎著的《说文解字》中收有“椄”字，是专门用以表示树木嫁接的；后接字流行，椄字才少用了。《氾胜之书》介绍了葫芦靠接结大瓜的经验。《齐民要术》对梨树嫁接的原理和方法作了详细说明。唐韩鄂《四时纂要》记述了种间嫁接需亲缘相近才易成活的指导原则。元代王祯《农书》

总结了桑树的嫁接方法，计有身接、根接、皮接、枝接、靥接等六种。指出嫁接的好处是："一经接博，二气交通，以恶为美，以彼易此，其利有不可胜言者。"嫁接技术被应用于花卉盆景的培养，给人们展示了一个奇妙的艺术世界。清陈淏子在《花镜》一书中说：运用嫁接方法，"花小者可大，瓣单者可重，色红者可紫，实小者可巨，酸苦者可甜，臭恶者可馥，是人力可以回天，唯接换之得其传耳。"

中国古代人民人工无性繁殖的实践在当时世界上是最丰富的。人工无性繁殖比有性繁殖结果快，能保持栽培品种原有特性，又能促进新的变异产生，培育出大量新品种。我国所创造出的重瓣花（桃、梅、蔷薇、木香、牡丹、芍药、木芙蓉、山茶等）和无子果实（柿、柑橘、香蕉等），种类繁多，品质优异，引种到世界各地，成为世界的珍品。

动物杂交育种的丰富实践

驯养动物去劣存优的人工选择一向为我国人民所重视。《齐民要术》总结了选择母畜和幼畜的经验。如要选择腊月至正月出生的羊羔作种，因为这时下羔的母羊怀孕时正值秋季草肥，故健壮多乳，而小羊断奶时又可接上春草。至今我国西北牧区仍有选留冬羔作种的习惯。在选留种畜时，我国古代劳动人民很重视外形的鉴别。适应这种需要产生了相畜学，这是根据家畜家禽外形特征鉴别其优劣的学问。春秋时代我国涌现了伯乐、宁戚等一批著名的相马和相牛的专家，汉代也有以相马、相牛、相猪等立名的。《汉书·艺文志》收录了相六畜的著作。东汉马援铸造的铜马式，则是我国第一个良种马鉴别标准模型。相畜学在我国古代获得高度发展。

种内杂交是人类干预动物遗传变异的最常用的方法。西汉时政府为了提高军用骑乘马的素质，从西域引入乌孙马、大宛马等良种马。唐代广泛从北部西部少数民族地区引入各种良种马，各种马都有一定印记，并建立了严格的马籍制度。当时的陇右牧场成为牲畜杂交育种基地。史称唐马"既杂胡种，马乃益壮"。在当时官营牧场之一的、位于今陕西大荔县的沙苑监，由于这里牧养了各地的羊种，又有优越的水草条件，培育出皮、毛与肉质俱优的同羊，至今仍是我国优良的羊种。

我国少数民族还有动物种间杂交育种成功的实践。如蒙古草原匈奴等游牧民族的先民用马和驴杂交育成了骡，是具有耐粗饲、耐劳役、挽力大、抗病力强等优点的重要役畜。藏族人民用黄牛和牦牛杂交，育成肉、乳、役力均优于双亲的杂交后代——犏牛。时间在公元6世纪以前。

我国人民对金鱼的人工选择也值得一提。金鱼是在人工饲养条件下由金鲫鱼演化而来的，南宋时始见于记载，明弘治年间（公元1488—1505年）开始外传，现在已成为遍及全球的观赏鱼。达尔文曾系统地描述了中国对金鱼人工选择的过程和原理，并指出中国人在各种植物和果树方面也运用这些相同的原理。

物性与物宜

中国古代农业提高农业生物自身生产能力的措施，除努力培育高产、优质或适合人类某种需要的家养动植物种类和品种外，还根据农业生物的特性采取

相应的措施。两者都是以日益深化的对各种农业生物特性的正确认识和巧妙利用为基础的。

中国古代人民对各种农业生物外部形态、生活习性及其对外界环境的要求的观察，是相当深入细致的，并据此采取不同的技术措施，以求取最好的生产效果。如甲骨文中“禾”、“黍”二字分别为粟和黍的象形，正确把握了前者攒穗、后者散穗的特征，表现得惟肖惟妙。从《诗经》等古籍看，古人早就发现大麻是雌雄异株的植物，并分别加以利用，雌麻称苴，其子称麖，可供食用，列于“五谷”，雄麻称枲，其表皮充当衣着原料。后来又了解到雄麻有花无实，而雌麻是靠雄麻授粉而结实，因此要待雄麻散放花粉后才能收割雄麻，否则雌麻就不能结子。对植物特性的这些认识，在当时世界上是居于先进之列的。《齐民要术》中多有关于各种农业生物的“性”、“质陆”、“天陆”的记载，栽培管理措施视其“性”之不同而各异。例如韭菜“根性上跳”，所以要开极深的畦；又“韭性多秽”，即爱长草，所以“薅令常净”。蜀芥、芸苔、芥子“性不耐寒，经冬则死”，因此要收子的“须春种”。又如牲畜饲役使的总原则是“服牛乘马，量其力能；寒温饮饲，适其天性”。诸如此类的事例不胜枚举。这也成为中国农学的一种传统。

农业生物各有不同特点，需要采取不同栽培管理措施——人们把这概括为“物宜”。“物宜”这一概念，战国时《韩非子》中已经出现。明清时，人们把“物宜”和“时宜”、“地宜”合称“三宜”。明马一龙《农说》在解释“知时”、“知土”时说：“时言天时，土言地脉，所宜指稼穑。力之所施，视以为用。……合天时、地脉、物性之宜而无所差失，则事半而功倍矣。”这里所说的“物性之宜”显然是指庄稼而言的。这是首次明确把“物宜”纳人“三才”理论系统中。清杨屾《知本提纲》谈移栽时要求“燥湿从乎本性”，“疏密顺其元情”，谈施肥要求除注意时宜、土宜外，还要注意物宜。“物宜者，物性不齐，各随其情”，并强调“因物验试，各适其性”。

抑此促彼，为我所用

提高农业生物的生产能力非仅育种一途。农业生物的营养生长与生殖生长之间，各个不同的生长部位和生长时期之间，是相互关联的，巧妙地利用这种关系，就可以按照人类的需要控制它的发展方向，提高它的生产能力。

《氾胜之书》曾推荐秋天锄麦后，拖着棘柴耙耧，把土壅在麦根上的办法，还引用了“子欲富，黄金覆”的农谚。这既有保墒保暖的作用，也是为了抑制小麦的冬前生长。因为人们认识到小麦冬前过旺，会影响明春小麦返青后的生长，现在北方农村还有“麦无两旺”的说法。《齐民要术》中记载有“嫁枣法”和“枣树振狂花法”。前者是用斧背疏疏落落地敲击树干，使树干韧皮部局部受伤，阻止部分光合作用产生的有机物向下输送，使更多的有机物留在上部供应枝条结果，从而提高产量和质量。林檎、李树等也用类似方法。现代果树生产中的环剥法，就是由此演变而来的。后者是在大蚕入簇的时候，用木棍打击枝条，振落过多的花朵，既可确保坐果率和使果实变大，又可起辅助授粉作用。

这种方法在华北农村一直沿用至今，而现代果树生产中广泛应用的疏花疏果技术，亦与此有渊源关系。在我国古代农业生产中，瓜类的摘心掐蔓，棉花的打顶整枝，桑、茶、果树的修剪整形，与此相似，都是利用作物生长各阶段、各部位的相互关联，抑此促彼，而为我所用的。

动物生产中也有类似的方法。如宋代文献中载有用人工强制换羽控制鹅产卵时间的方法。因为夏天太热，不好抱窝，这时拔去鹅两翅的12根翮羽，鹅就停止产蛋，把产蛋期延至八月。我国古代提高畜禽生产能力的另一项特殊成就是阉割术的广泛应用。它起源很早，甲骨文中已有反映阉猪、骟马的象形字。《夏小正》和《周礼》都有骟马的记载，叫作“攻驹”或“攻特”。《说文解字》中收有分别表示经过阉割的马（騬、牛（“犗”、“犍”）、猪（“豮”）、羊（“羠”）、犬（“猗”）的专字。以后又出现了表示阉鸡术的专称——镦。摘取性腺（包括睾丸和卵巢）后的畜禽，失去了生殖能力，但性情温顺，易于育肥和役使。阉割术既是选择种畜时汰劣留壮的一种手段，又是提高畜禽生产能力巧妙而经济的方法。我国一些少数民族也有高超的阉割术，汉代画像砖中就有胡人阉牛的形象。蒙古人则把留作种马外的公马全部骟了，这是与选留良种相结合的措施。

巧因物情，化害为利

在农业生态系统中，各种生物不是彼此孤立，而是相互依存和相互制约的，人们对这种关系巧妙地加以利用，也可以使它向有利于人类的方向发展，从总体上提高农业生物的生产能力。

我国在种植业方面所创造的丰富多彩的轮作倒茬、间套混作方式，就是建立在对作物种间互抑或互利关系的深刻认识上，从而顺应物情，趋利避害。如陈旉推荐桑树下种苎麻，由于桑根深，苎根浅，“并不相妨”，而且给苎麻施肥时，桑亦获得肥料，对两者都有好处。贾思勰提倡槐树籽和大麻籽混播，不但在槐树苗长大前增加生产物，而且可以利用大麻直立生长的特点，迫使槐树也直立生长。楮树籽和大麻籽混播，到了冬天可以利用大麻植株为楮树苗保暖。

在畜牧业方面，利用人类不能直接食用的农作物秸秆糠秕饲畜，畜产品除供人类食用外，其粪溺皮毛骨羽用于肥田，还利用畜力耕作，这已是基于农牧互养关系的多层次的循环利用，虽然是属于比较低级的形式。稻田养鱼，鱼吃杂草，鱼屎肥田，鱼稻两利，亦属此列。在池塘养鱼中，我国古代普遍实行草鱼、鲢鱼等鱼类混养。古人指出混养的好处是，“草鱼食草，鲢则食草鱼之矢（屎），鲢食矢而近其尾，则草鱼畏痒而游，草游，鲢又随觅之。凡鱼游则尾动，定则否，故鲢草两相逐而易肥。”（《广志绎》）这是对某些鱼类共生优势的利用。

生物间的互抑也可以化害为利，使之造福于人。人们利用桑树最初是采吃桑椹，这时专以桑叶为食的蚕真是为害不浅，但当人们转而利用蚕茧缫丝后，它就由残桑的害虫转化为“功被天下”的益虫了。水獭是鱼类天敌，人工鱼池的祸害，但当人们饲养它来捕鱼时，它就转化为人类的助手了。鱼鹰捕鱼也属此列。我国人民对自然界各种生物之间

相互制约的现象的认识和利用是很早的。例如上古时代人民把猫和虎作为大蜡礼中报祭的对象之一，因为他们知道猫和虎能捕食农田中的害兽——田鼠和田豕。这种经验的发展，产生了我国传统农业中颇有特色的生物防治技术。西晋人嵇含所著《南方草木状》等书中记载我国南方地区有人饲养并出售黄猄蚁用以防治柑橘树的害虫，被外国学者称誉为世界上生物防治的最早事例。我国古代保护益鸟，养鸭治蝗和养鸭治稻田蟛蜞（螃蟹类，体小，生长在水中，是稻田中害虫）等，都是利用生物间的互抑关系来为农业生产服务的。

【农学】

中国传统农业科学技术是建立在直观经验基础上的，但并不局限于单纯经验的范围，而是形成了自己的农学理论。这种农学理论是在实践经验基础上形成的，表现为若干富于哲理性的指导原则，因而又可称为农学思想。“三才”理论是它的核心和总纲，中国古农书无不以“三才”理论为其立论的依据。

“三才”指天、地、人，或天道、地道、人道。该词最初出现于战国时的《易传》中，但这种思想可以追溯到更早的时代。作为中国传统哲学的重要概念，“三才”理论把天地人当作宇宙构成中的三大要素，并以此作为分析框架应用于各个领域。对农业生产中天、地、人关系的明确表述，则始见于《吕氏春秋》的《审时》篇：

> 夫稼，为之者人也，生之者地也，养之者天也。

“稼”指农作物，扩大一些，也不妨理解为农业生物，这是农业生产的对象。“天”和“地”，在这里并非有意志的人格神，而是指自然界的气候和土壤、地形等，属农业生产的环境因素。而人则是农业生产的主体。因此，上述引文是对农业生产中农作物（或农业生物）与自然环境和人类劳动之间关系的朴素概括，它把农业生产看作稼、天、地、人诸因素组成的整体。我们知道，农业是以农作物、畜禽等的生长、发育、成熟、繁衍的过程为基础的，这是自然再生产，但这一过程又是在人的劳动干预下、按照人的预定目标进行的，因而它又是经济再生产。农业就是自然再生产和经济再生产的统一。作为自然再生产，农业生物离不开它周围的自然环境；作为经济再生产，农业生物又离不开作为农业生产主导者的人。农业是农业生物、自然环境和人构成的相互依存、相互制约的生态系统和经济系统。这就是农业的本质。《吕氏春秋·审时》的上述概括接触到了农业的这一本质。

“三才”理论把农业生产看作各种因素相互联系的、动的整体。它所包含的农业生产的整体观、联系观、动态观，贯穿于我国传统农业生产技术的各个方面。下面举若干例子予以说明。

我国古代人民在长期趋时营农的实践中，逐步认识到气候变化中各种气象因子的相互关系，从而加深了对“时”的本质的认识。《尚书》中有《洪范》篇，是周武王克商后箕子向他陈述的天地大法。其中把“时”概括为雨、旸（日出为旸）、燠（暖）、寒、风五种气候因素，相当于现在所说的降水量、日

照、湿度、温度、气流等，这五种因素按一定数量配合，依一定次序消长，万物为之繁盛。如果某种因素太过或不及，都不利于作物的生长。春秋时代发展为“六气”的概念。“气”是一种流动的精微物质，它构成“天”的本质，而“时”则是“气”运行所呈现的秩序。后来，按气候变化的时序性制定的历法节气也被称为“时”。陈旉《农书》说：“万物因时受气，因气发生，时至气至，生理因之。”这里的“时”就是指历法中规定的四时八节二十四节气等；“气”则指温度、水分、光照等气候因素。二十四节气等是根据气候变化规律制定的，但它既已固定下来，就不可能毫无误差地反映每年气候的实际变化，难免有“时至而气未至”或“气至而时未至”的现象发生。这时，刻板地按照历法中的“时”安排农事，就会碰壁。因此，不但要“稽之天文”，而且要“验之物理”，把农事安排在适应气候实际变化的基础上。

早在先秦时代，人们就认识到在一定的土壤气候条件下，有相应的植物和生物群落；而每种农业生物或其品种都有它所适宜的环境。《考工记》：“橘逾淮而北为枳，鸲鹆不逾济，貉逾汶则死，此地气然也。”这就是中国古代的风土论。所谓风土，王祯《农书》的解释是“风行地上，各有方位，土性所宜，因随气化”，这实际上是指各地不同的气候和土壤。各地风土各别，“物产所宜者，往往而异”。反过来说，生物各异的特性，是不同环境条件自然选择的结果。清陈淏子在《花镜》中说：“生草木之天地既殊，则草木之性情焉得不异？”似已模糊地认识到这一点。这种风土论是有道理的，但不应把它固定化和绝对化。人们在长期引种和育种实践中，逐步认识到农业生物和风土条件的关系并非固定不变的。北魏贾思勰通过实地考察，看到了作物引种到新的环境后会引起变异，如山西并州从河南朝歌引进的大蒜退化为百子蒜，从外地引进的芜菁块根却变大。同时他又看到作物具有逐步适应新环境的能力。他以山东青州引种四川的花椒为例：“此物性不耐寒，阳中之树，冬须草裹，不裹即死；其生小阴中者，少禀寒气，则不用裹。所谓习以性成。”（《齐民要术·种椒第四十三》）这里的“习”指对新环境条件的逐步适应，“性”则指不同于原来的新特性。事实上，历史上引种的成功，都是农业生物在人工的辅助下“习以性成”的结果。元代，政府在中原推广棉花和苎麻，有人以风土不宜为由加以反对。《农桑辑要》的作者之一孟祺专文予以驳斥。文中列举我国历史上引种成功的事例，说明在人的干预下，能够改变农业生物原有的某些习性，使之适应新的环境，从而突破原有的风土限制。这种有风土论而不唯风土论的意义，在于指出农业生物的特性是可变的，农业生物与环境的关系也是可变的。这显然是人们从长期驯化、引种和育种的实践中积累了丰富的经验而在理论上所作的概括。

在这种整体观的指导下，人们看到了生物体这一部位与那一部位之间，这一生育阶段与那一生育阶段之间的关联，看到了农业生态系统内部各种生物之间的关联，并加以利用。上面我们已经谈到不少这方面的事例，在这里可以再列举一些。例如贾思勰在论述作物品种时

指出：禾谷类作物的矮秆品种高产早熟，但往往品质欠佳；高秆品种低产晚熟，但往往品质优良。这里说的是作物植株外部形态与产量质量的关系，其观察的敏锐和正确，使现代育种家为之惊叹。中华人民共和国成立以来，我国水稻产量的提高，在相当程度上得力于一批水稻矮秆高产良种，现在，小麦矮秆良种的推广又已经和继续为小麦增产开辟广阔的前景；而矮秆品种产量与质量的矛盾，至今仍是育种工作者需要努力解决的问题。相畜术也是从畜禽外部形态推断其内在品质的。我国现存最古的中兽医学专著——李石的《司牧安骥集》说：善于相马的人，掉换一下缰绳的工夫就能够指出哪些马是好马，"自非由外以知内，粗以及精，又安能始于形器之近，终遂臻于天机之妙哉"！这与中医以望闻问切，知腑脏病变，有异曲同工之妙，都反映了中国人特有的整体观的思维方式。我们的祖先不但注意农业生物的个体，而且注意农业生物的群体。例如我国现存最早的农学论文《吕氏春秋》中的《任地》、《辩土》篇等，即主张在畎亩农田的基础上实行条播、合理密植和中耕间苗，使作物行列整齐，通风透光，有足够的生长空间，长大后能相互扶持，这就形成合理的作物群体结构，变无序为有序，从总体上提高农业生物的生产能力。这比西欧中世纪实行撒播，作物在田间呈散漫无序状态，的确要高明许多。以后这种群体结构又由单一作物发展为多种作物或多种农业生物。在这样的农业生态系统中，人们对各种生物间相生相克的关系，巧妙地加以利用。如间套作和轮作复种就是利用作物间互抑或互利关系，组成合理的作物群体结构。陈旉指出，只要充分利用天时地利，加以合理安排，可以做到各种作物"相继以生成，相资以利用，种无虚日，收无虚月"（陈旉《农书》）。

也正是在这种整体观指导下，我国古代农业重视农业系统中废弃物质的再利用。中国古代的肥料，大多来源于这种废弃物。肥料是近代词汇，古代肥料称"粪"，其本义是弃除，即从住处清除出来的无用的有机物和无机物，现在俗称"垃圾"。由于这些垃圾被用作肥料，粪字也就取得肥料的意义。粪字字义的这种变化，表明中国人很早就懂得农业中废弃物的利用。王祯《农书》说："夫扫除之秽，腐朽之物，人视而轻忽，田得之而膏泽，唯务本者（从事农业的人）知之，所谓惜粪如惜金也。故能变恶为美，种少收多。"清代杨屾在《知本提纲》中进一步把这种关系归纳为"余气相培"，指出农业产品中人类不能直接利用的部分和人畜的排泄物，包含了可以在农业生产中进行再循环和再利用的能量，这已是对农业生态系统中物质循环和能量转化的一种初步理论表述。我国古代农业创造的一些多品种、多层次的立体生产方式，正是生物互养、循环利用思想的体现。

在"三才"理论体系中，人与天地并列，这本身就包含了"天地之间人为贵"的思想。在某种意义上，人居于主导地位，但人不是以自然的主宰者身份出现的，他是自然过程的参与者；人和自然不是对抗的关系，而是协调的关系；虽然人和自然的碰撞难免发生，但秩序与和谐始终为人们所追求。我国早在先秦时代已产生保护自然资源的思想。农

业生物在自然环境中生长，有其客观规律性。人类可以干预这一过程，使它符合自己的目标，但不能驾凌于自然之上，违反客观规律。贾思勰说："顺天时，量地利，则用力小而成功多，任情返道，劳而无获"(《齐民要术》)，说的就是这个意思。因此，中国传统农业总是强调因时、因地、因物制宜，即所谓"三宜"，把这看作是一切农业举措必须遵循的原则。但人在客观规律面前并非无能为力；人们认识了客观规律，就有了主动权，可以"盗天地之时利"（陈旉语），可以人定胜天。明代马一龙说："知时为上，知土次之。知其所宜，用其不可弃；知其所宜，避其不可为，力足以胜天矣。知不踰力，劳而无功。"（《农说》）深刻阐述了尊重客观规律性与发挥主观能动性之间的辩证关系。

"三才"理论是精耕细作技术的重要指导思想。精耕细作的基本要求是在遵守客观规律的基础上充分发挥人的主观能动性，利用自然条件的有利方面，克服其不利方面，以争取高产。精耕细作重视人的劳动（"力"），更重视对自然规律的认识（"知"）。上文所谈一系列精耕细作技术，都是建立在对农业生物和农业环境诸因素间的辩证关系的认识基础之上的。

关于"人"的因素，除"力"和"知"的关系外，还有"力"与"和"的关系。古人常常谈"人力"，也常常谈"人和"。所谓"力"是指人的劳动力。在古代农业中，土地和劳力是两大基本要素。古人在农业实践中很早就了解到这一点，故而把"力"作为"人"的因素的基本内涵。但人从事农业不是孤立的个人单独进行的，而是联合在一定的社会组织中进行的，因而需要协调彼此的关系，使许多单个的力组成合力，而不至相互抵消。由此形成"人和"的概念。早在战国时代，"天时、地利、人和"就成了"三才"理论最流行最典型的表述方式。由此可见，即使是对人这一因素，古人也是从整体予以考察的。

英国著名中国科技史专家李约瑟认为中国的科学技术观是一种有机统一的自然观。对此，大概没有比在中国古代农业科技中表现得更为典型的了。"三才"理论正是这种思维方式的结晶。

这种理论，不是从中国古代哲学思想中移植到农业生产中来的，而是长期农业生产实践经验的升华。它是在我国古代农业实践中产生，并随着农业实践向前发展的。

三、中华医学

【《黄帝内经》】

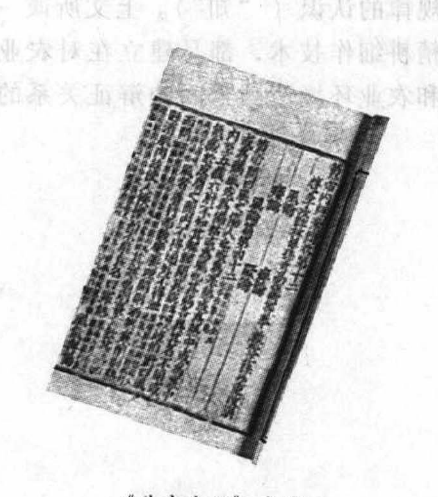
中国传统医药学的基础理论包括阴阳五行学说、天人学说、脏象经络学说



《黄帝内经》

等方面，是整个医药学理论和实践的基石，是中国医学对于人的生命现象和疾病的最根本看法。而所有这些学说，又都最集中和最系统地阐发于《黄帝内经》这一部中医圣典之中。

《黄帝内经》不是一人一时之作，它体现着西周至秦汉中国医学的精华，最终成书于汉代，通过佚名作者之手对以往医学观点和临床经验加以系统化、理论化并托名黄帝所著。此书问世后又屡经整理改编。现存《黄帝内经》包括《素问》、《灵枢》各9卷81篇，简称《内经》。《内经》各篇分别从脏腑、经络、病机、诊法、治则、针灸、方药、摄生等方面，结合当时自然科学成就，对人体生理、病理、诊断、治法进行客观认识，作出了全面系统的综合叙述，把医疗保健的原则提高到哲理水平。内容丰富，理论精深，气势宏伟，是中医的最根本经典。中医中药学的基础理论以这部《内经》为主要依据。中国医学史上出现过许多著名医家和不少有创见的学派，对中国医药学的发展起了很重要的作用，从思想和继承性上讲都是从《内经》的基础上发展起来的。《内经》对后世医学发展影响十分深远。一些新兴的学科如：医学地理学、医学气象学、心身医学、医学伦理学、运动医学、健康教育学、遗传学等，都能从《内经》中找到原始论据。


《黄帝内经》书影

【阴阳五行学说】

以《黄帝内经》为代表的中医基础理论的第一个方面是阴阳五行学说。它是中国古代朴素唯物论和辩证法哲学在医学领域的杰出应用。

阴阳是代表事物相互对立、相互联系的两个方面。凡温热的、活动的、向上的、明亮的、积极的、在外的、功能性的、机能亢进的等都属于阳，反之凡寒冷的、沉静的、向下的、晦暗的、消极的、在内的、物质的、机能减退的都属于阴。相互对立的阴阳两方面相互制约、相互斗争，二者在斗争中取得动态平衡。人体内的阴阳两方面也是如此。《素问·生气通天论》说："阴平阳秘，精神乃治。""阴阳离决，精气乃绝。"说的是：阴气平和，阳气固密，精神才能正常。如果阴阳分离而决绝，则人体的精气也就竭绝了。

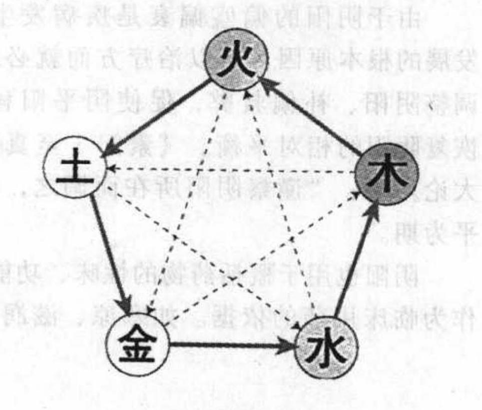
人体阴阳既是相互对立又是相互依存的，任何一方都不能脱离另一方而单独存在。这种依存关系称为"互根"。所以《素问·阴阳应象大论》说："阴在内，阳之守也；阳在外，阴之使也。"如果阴阳双方失去了互为存在的条件，即成为所谓"孤阴"和"独阳"，就不能再生化、滋长了。

相互依存的阴阳双方是处于"阳消阴长"或"阴消阳长"的互为消长的运动变化之中。人体各种机能活动（阳）的产生，必然要消耗一定的营养物质（阴）。这就是阳长阴消的过程；而各种营养物质（阴）的新陈代谢，又必须消耗一定能量（阳），这就是"阴长阳消"的过程。在正常情况下，这种"阴阳消长"处于相对平衡状态。一旦这种消长超过一定限度，相对平衡被打破，阴阳出现了某一方的偏盛或偏衰，人体就产生了疾病。

"阴阳消长"可看成一个量变过程，而"消长"到一定阶段就向各自相反的方面转化。阴在一定条件下可转化为阳，阳在一定条件下，也可以转化为阴。即所谓的"重阴必阳，重阳必阴"，"寒极生热，热极生寒"。

中医中药学的理论体系的各个方面都贯穿了阴阳学说。首先用它来解释人体组织结构，认为：人是一个有机整体，人的一切组织结构既是有机联系的，又可划分为相互对立的阴阳两部分。如《素问·金匮真言论》有："夫言人之阴阳，则外为阳，内为阴，言人身之阴阳，则背为阳，腹为阴。言人身脏腑中阴阳，则脏者为阴，腑者为阳。肝心脾肺肾五脏皆为阴，胆胃大肠小肠膀胱三焦六府皆为阳。"人体上下、内外各组织器官都可以用阴阳概括说明，所以《素问·宝命全形论》说："人生有形，不离阴阳。"

其次，《内经》认为：疾病发生于阴阳的偏盛或偏衰。人体的抗病能力称



五行图

为“正”（正气），致病因素称为“邪”（邪气）。疾病的发生、发展，是正气与邪气相互作用和相互斗争的结果。致病邪气又有阴邪阳邪之分。正气也有阴精和阳气两部分。阳邪致病，使阳偏盛而阴伤，出现热证；阴邪致病，则使阴偏盛而阳伤，因而出现寒证。而阳气虚不能制阴，则出现阳虚阴盛的虚寒证。阴液亏虚不能制阳则出现阴虚阳亢虚热证。总之疾病的病理变化不外“阴阳失调”、“阴胜则寒”、“阳胜则热”、“阳虚则寒”、“阴虚则热”。机体阴阳的任何一方虚损到一定程度时，都能影响对方，形成阳损及阴，阴损及阳。虽然临床病症表现千变万化，错综复杂，但都可以用“阴证”、“阳证”来概括。如八纲辨证中表证、热证、实证为阳证，里证、寒证、虚证为阴证。

再次，在诊断方面首先也应分阴阳。如望诊中，凡色泽鲜明、光亮、活润属阳，色泽晦暗、枯槁、死板属阴；闻诊中声音洪亮属阳，低微、断续属阴；切诊中，脉象浮、数、大、滑、实者属阳，沉、迟、小、涩虚者属阴。所以《素问·阴阳应象大论》说：“善诊者，察色按脉，先别阴阳。”

由于阴阳的偏盛偏衰是疾病发生、发展的根本原因，所以治疗方面就必须调整阴阳、补偏救弊，促使阴平阳秘，恢复阴阳的相对平衡。《素问·至真要大论》说：“谨察阴阳所在而调之，以平为期。”

阴阳也用于概括药物的性味、功能，作为临床用药的依据。如寒凉、滋润的药物属阴，温热、燥烈的药物属阳；药味酸、苦、咸的属阴；辛、甘、淡的属阳；具有敛降作用的属阴，具有升散作用的属阳。治病必须根据病情的阴阳偏盛、偏衰确定治疗原则，再结合药物的阴阳属性和作用，选择使用补偏救弊的相应药物而达到治疗的目的。

五行即木、火、土、金、水。中医五行学说对人体脏腑组织、生理、病理现象，以及对人类生活有关的自然界事物，作了广泛的联系和研究，用“取类比象”的方法，按事物的形态、性质、作用等分别归属于五行之中，用以阐述人体脏腑组织之间的生理、病理的复杂联系，以及人体与外界环境之间相互关系。《内经》中的《素问·阴阳应象大论》、《金匮真言论》等篇中都有详细记载。其内容综合表示如下页表。

中国医学延用的五行实际上是五种不同性质的抽象概括。

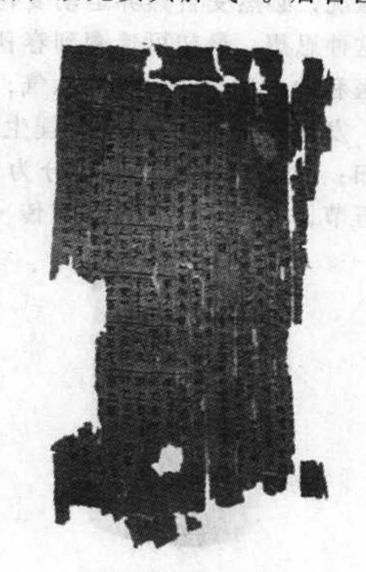
五行学说表示事物运动、变化的规律是用五行“相生”、“相克”、“相乘”、“相侮”来表示的。五行“相生”的次序是：木生火、火生土、土生金、金生水、水生木，循环无尽。“相克”的次序为：木克土、土克水、水克火、火克金、金克木，这种克制关系也是往复无穷的。五行中的任何一行都有“我生”与“生我”两方面，我生者为子，生我者为母，所以五行相生关系又叫“母子关系”。五行中任何一行又有“我克”、“克我”两方面，我克者为我胜，克我者为我不胜，所以“相克”又称“所胜”与“所不胜”。

五行归类系统表

五行	木	火	土	金	水
方向	东	南	中	西	北
时序	春	夏	长夏	秋	冬
五气	风	暑	湿	燥	寒
生化过程	生	长	化	收	藏
脏	肝	心	脾	肺	肾
腑	胆	小肠	胃	大肠	膀胱
窍	目	舌	口	鼻	耳
体	筋	脉	肉	皮毛	骨
志	怒	喜	思	忧	恐
色	青	赤	黄	白	黑
味	酸	苦	甘	辛	咸
音	角	徵	宫	商	羽
声	呼	笑	歌	哭	呻

“相生”与“相克”是不可分割的两方面，没有生，就没有事物的发生和成长；没有克，就不能维持正常协调关系下的变化、发展。

五行学说表示事物发展变化的反常现象用“相乘”、“相侮”。乘，即乘虚侵袭之意。侮是恃强凌弱。“相克”太过，超过正常约制的程度是“相乘”。它使事物间的关系失却了正常协调。“相克”的反向即“反克”叫“相侮”。它是事物间失却正常协调的另一种表现。《内经》认为：五脏、五色、五音、五味及相关的脉象等都可用五行归属，所以在诊断疾病时就能综合望、闻、问、切四诊所得到的材料，再根据它们的五行所属及其生克与乘侮变化规律，来推断病情。如面见青色，喜食酸味，脉呈弦象，可以诊断为肝病；面见赤色，味苦，脉象洪，可诊为心火亢盛。脾虚病人如面见青色可诊木来乘土；心脏病人，如面见黑色可诊为水来克火，等等。由于临床中疾病的千变万化，各脏腑器官的病变又相互影响，据五行生克关系就可找到相应的治疗方法。如《难经·七十七难》提出的：见肝之病，则知肝当传于脾，故先实其脾气”。后古医家运



帛书《阴阳五行》

用五行生克乘侮的规律又定了很多具体诊疗方法，如培土生金、滋水涵木、扶土抑木、壮水制火等等。

在实际运用中，阴阳学说与五行学说是相互联系，不可分割的。它不仅可以说明事物矛盾双方的一般关系，而且可以说明事物间相互联系、相互制约的较为具体的复杂关系，从而解释复杂的生命现象和病理过程。

阴阳五行学说来源于实践，它属于朴素的唯物论和自发辩证法思想。由于古代历史条件的限制，它还不能完全摆脱唯心论和形而上学的影响。尽管如此，它对中国医药学的发生、发展曾起过重要作用，至今仍对中医的临床实践起着一定的指导作用。

【天人学说】

中医学基础理论的第二个方面是天人关系（也就是人与自然界的关系）学说。中医认为，人生活在自然界中，其健康状况，必然受自然界运动变化的影响。这种思想，最初可追溯到春秋时期名医医和的一段话："天有六气，降生五味，发为五色，征为五声，淫生六疾。六气曰：阴阳风雨晦明也，分为四时，序为五节，过则为灾。"（《左传·昭公元年》）《内经》把这一观念概括为："人与天地相应"（《灵枢·邪客》），并进一步发展为"五运六气"学说。它是研究大自然气候变化对宇宙万物、特别是人类生命活动的影响的一门学问。《内经》研究运气学说主要在于掌握自然环境、天时、气候变化规律，用以预测每年的气候变化和发展情况，作为临床诊断和治疗的参考。



"行气"铭文玉器

甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸，是为十天干。子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥，是为十二地支。干支甲子是演绎五运六气的工具。"运"指木火土金水五个阶段的相互推移；"气"指风、寒、暑（热）、湿、燥、火六种气候的转变。十天干定"运"；十二地支以定"气"，据五行生克的理论来推断每年气候变化与疾病的关系作为诊疗参考。运气学说的主要内容是以五行、六气（风、寒、暑、湿、燥、火）三阴三阳（少阴、太阴、厥阴、少阳、太阳、阳明）为中心，以天干地支为推算工具来推算的。五运六气的变化不外乎太过与不及和生克制化。疾病的发作也由此而产生。根据运气加临（每年轮转的客气加在固定的主气之上，便称为客主加临。）的顺逆，可以推测疾病的轻重缓急，在治疗上根据六淫的性质及病情的特点，再结合药物的性能及气味进行治疗。如以风、寒、暑、湿、燥、火六气的变化来说，某年燥气太过，这年就可能多发偏于燥的疾病，同时也可以把它运用到和燥有关的病症中，作为触类旁通的借助。因此正确地推断每年气候的变化，以期预防该年的多发病，是诊断治疗的重要依据。如风气淫于内，治疗当用味辛和气

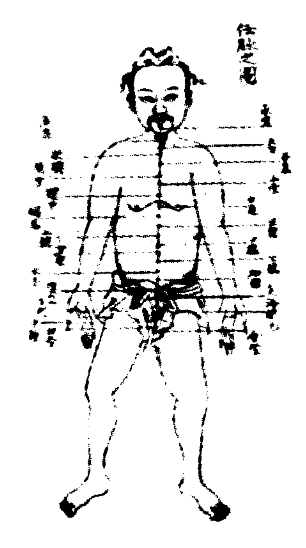
凉的药物；热气侵袭人体，治疗当用气寒味咸的药物……。

用运气学说能够推测气候变化对疾病的影响，后世许多医家对此都有应用和发挥。尤其是宋金时代的大医学家刘完素（1110～1196或1200），他不限于运气理论的研究，更着眼于临床实践，解决临床实际问题，取得了很大成就。当然，对运气学说的这种机械的、简单的推测法不能完全拘泥，但是随着科学的发展，《内经》的这种“人与天地相应”观点的科学性越来越得到了证明。现代科学证明：影响地球上气候的因素主要在于太阳，太阳黑子活动情况直接影响到地球的气候变化，而太阳黑子的变化基本上也近于十一年左右一周期，这与运气学说的十年一周期相近；原始林木的年轮疏密、宽窄变化，可以佐证当时气候的冷热情况，观察年轮的宽窄变化，也可证明十年左右的气候变化周期。可见《内经》对气候变化规律及其对人体的影响情况的分析，是古人通过长期的、世代的实际观察总结出来的规律，运气学说只是《内经》用来说明这个规律的工具和方法。

【脏象经络学说】

中医基础理论的第三个主要方面是经络学说和脏象学说。脏象经络学说是研究人体经络系统的生理和病理变化及其与脏腑相互关系的学说，是《内经》的又一重要内容，它在《内经》中的《灵枢》部分记载得特别详细。

经络是气血运行的通路，它能联络脏腑肢节，勾通上下内外，调节体内各个部分。经络是人体内经脉和络脉的总称。凡直行干线都称为经脉。而由经脉分出来的网络身体各部分的支脉叫作络脉。通过经络系统的联系使人体成为一个有机整体。人体正经有十二条称为十二正经，即手足三阴经和手足三阳经。



任脉图

奇经之脉有八：即冲脉、任脉、督脉、带脉、阳维脉、阴维脉、阳跷脉、阴跷脉，合称“奇经八脉”。

络脉有浮行于浅表部分的“浮络”；细小分支的络脉——“孙络”、“别络”和“大络”。别络有十五，即十二经脉与任、督二脉各别行出一支别络，加上脾之大络，合为“十五别络”。别络有本经别走邻经之意，它们可加强表里阴阳两经的联系与互相调节。

十二经脉别出的正经叫十二经别，它也可加强表里两经的联系，通达某些正经未能行经的器官与形体部位，以补正经之不足。

在十二经脉循行部位上分布的筋肉系统是十二经筋，它联缀百骸，维络周身，主司关节运动。

十二经脉在体表一定皮肤部位的反应区是十二皮部，它们按十二经络命名。

经络在人体内纵横交错，维系阴阳，构成一个统一整体。研究人体的生理、病理，和进行诊断治疗，都与经络有密不可分的关系。所以《灵枢·经别篇》说；“夫十二经脉者，人之所以生，病之所以成，人之所以治，病之所以起。”

经脉分布如环无端，经络使肌体内外上下保持协调统一，使人体成为一个有机整体。气血能通达全身，发挥其营养组织器官，抗御外邪保卫机体的作用。所以中医学在辨证施治、针灸、药饵、立法、处方等方面都与经络有重要关系。

腧穴是人体脏腑经络之气输注于体表的部位。人体的腧穴分别归属于各经络，而经络又隶属于一定脏腑。经络、腧穴、脏腑有不可分割的关系，所以在腧穴上施行针刺或灸或按摩等刺激，就可通过经络系统调整人体的失衡。

五腧穴即十二经脉分布在肘、膝关节以下的井、荥、腧、经、合穴。简称“五腧”。

人的生命活动必须依赖气血的正常运行。经络是运行气血的通道，在病理状态下经络可反映各种病变、诊断时根据经络循行部位，可以察之体表病变与内脏之间的关系，治疗时就可针对性用药。因此经络学说对治疗有着重要的指导意义，尤其体现在针灸、按摩及辨证归经方面。

脏象指人体脏腑的正常生理机能，及发生病态变化时反应于外的征象。它的研究范围包括人身的一切器官、组织的功能，主要讨论脏腑的生理功能。《内经》对脏腑功能的认识虽然有解剖学的依据，但并不完全依据于解剖学，它是在人与外在环境是一个统一整体的观点指导下，通过长期的医疗实践，对活着的人体进行观察研究，并运用阴阳五行学说加以论证。《内经》认为五脏功能是藏精气的，六腑的功能是受纳、消化水谷、吸收输布津液、排出废料渣滓的。脑、髓、骨、脉、胆、女子胞，此六者地气之所生也，皆藏于阴而向于地，故藏而不泻，名曰奇恒之府。

“心”属火，是人生命活动的主宰，五脏六腑的协调统一必依赖于心的正常功能。心主持人正常的精神活动，心与血脉相联，属主运行血脉，营养周身。从面色和舌上可反应心的盛衰虚实。由于心为五脏六腑的主宰，一旦心受邪气侵害，五脏六腑活动失去统一协调、人的精神失去常态，病就很危险了。所以心外有一层包膜保护心脏，称之为心之包络。邪气侵人心的时候首先侵人心包络。

“肝”在五行中属木，与春天相应，主谋虑，肝性亢，喜条达疏泄，能调畅气机使三焦通利，水道通畅。情志变化和食饮消化方面都必须在气机调畅的情况下进行。肝有藏血功能。肝精气可营养筋。从目，爪角可以推断肝脏的情况。

“脾”在五行属土，与长夏相应。运化水谷之精微，脾胃配合完成消化、吸收、输津的整个过程。脾运化以营养肌肉，使肌肉丰满，四肢强劲。脾的功能情况可以从口唇察知。脾能统摄血流，使血液能在脉道里正常运行。

“肺”在五行属金，与秋相应，主持人体一身之气。水谷之精气，呼吸之气，必须通过肺才能发挥作用。这两气积于胸中又称宗气。它是一身之气的根本。佐心主治节，肺朝会百脉，肺能辅助心脏主宰人体血液运行，有治理调节

作用。皮毛、鼻和声音都可反映肺的情况。

“肾”五行中属水，与冬季相应。肾主藏精。精是构成身形与营养人体的物质。精包括受之于父母的先天之精与后天水谷所化之精，两者均藏于肾。肾精主管人体本身生长发育，繁殖后代以及生老病死都与肾有关。由于肾藏精，精生髓，髓居于骨中，骨赖髓之充养，所以肾能主骨。牙齿为骨之余，故牙也依赖肾精充养。脑为髓之海，脊髓上通于脑，故脑也赖肾精充养。精血互相滋生，精足则血旺。头发为血之余，所以头发也必需肾精充养。肾气通于耳，并开窍于二阴，故大便、小便、生殖都必须依赖肾的作用。肾能主水，在调节体内水液平衡方面起着极重要的作用。体内水液潴留、分布、排泄，主要靠肾的气化作用。水通过胃的受纳、脾的传输、肺的敷布，通过三焦，清者运行于脏腑，浊者化为汗与尿排出体外，在这个过程中肾的气化作用贯穿始终。虽然肺主呼吸，但是肾主纳气，即吸入之气必须下及于肾，由肾气摄纳。

命门为元气之所系，为元阳，与肾有密切关系，肾为水脏而主藏精，精为元阴，命门元阳为先天真火，元阴为先天之真水，在生理状况下肾与命门应该水火相济，阴阳互根。

胆中贮有胆汁主决断，胃能受纳水谷主消化，脾胃为后天之本称为水谷之海。在临床诊断治疗中，胃气占着重要的地位。

小肠上接胃下接大肠。它把胃传下来的水谷进一步消化并分清别浊，清者由脾运送到全身，浊者下注于大肠，无用的水液渗入膀胱。

大肠上接小肠，下端为肛门，大肠接受小肠下注的浊物，再吸收多余的水份，使食物残渣成为粪便经肛门排出体外。

膀胱有贮存和排尿作用，人体中的水液通过肺、脾、肾、三焦的作用布散周身，被人体利用后下达膀胱形成尿液。通过膀胱的气化功能排出体外。

三焦主持诸气、主司人体的气化作用，为元气通行和运行水谷的道路。上焦主宣发敷布，中焦腐熟水谷，下焦泌别清浊。

女子胞有主月经、孕育胎儿的作用，它除了与肾、冲脉、任脉有密切关系外，与主血之心、藏血之肝、统血之脾等三脏间也有关系。

五脏有五行归属，脏与腑之间经脉互为络属，它们之间有表里关系，所以脏与脏，腑与腑，脏与腑之间根据五行相属形成错综复杂的关系，这在生理病理上都有众多表现，治疗时一定要全面考虑。

气指流动着的微小难见物质。在人体内指体内流动着的有营养的精微物质，还指人体各器官的活动能力。气分布于人体的不同部位。来源与功能不同，名称也各异，如有元气、宗气、营气、卫气。元气又称真气、原气，它是由先天之精化生而来，禀生后由后天水谷之精充养，通过三焦分布全身，是人体生命的动力。宗气由肺吸入清气与胃脾运化形成的水谷之气聚合而成，能推动肺的呼吸和心血的运行，并对视、听、言、动各种机能都有作用。正因如此，宗气又称“动气”。营气由脾胃中的水谷之精所化，分布于血脉之中成为血液的组成部分，营运周身发挥营养作

用。营与血同行于脉中，不可分割，所以经常“营血并称”。卫气主要由水谷之气所化生，为人体阳气的一部分，又称卫阳。其性质慓悍滑疾，活动能力强，行动快速，行于脉管之外不受脉管约束。其功能护卫肌表、抗御外邪人侵，控制汗孔开合调节体温，温煦脏腑，润泽皮毛等。气在体内的运行方式为“升降出人”。

血是脉管中的红色液体，它是由脾胃水谷之精微化生而成。营气的参与对于血液生成有重要作用，精血之间可以转化。血行于脉之中，所以脉又有“血之府”的称谓。血也是神志活动的物质基础，所以“血脉和利，精神乃居”。血循行于脉管之中，流布全身，环周不休，心气的推动是血液循行的基本动力；“肺朝百脉”，肺部汇集人体周身血脉，血在肺气的作用下，才能布散全身；脾气统摄使血不妄行；肝疏泄和藏血功能使血循脉道正常运行。

神是人生命活动现象的总称。它包括精神、意识、运动等。神是由先天之精化生的，它须后天饮食所化生的精气充养。五脏之气和调，血气津液充足，神的生机也就旺盛。神在人身居于首要地位，惟有神在，才能有人的生命活动现象，神有则生，神去则死。总之人的生命起源于精，生命维持赖乎气，生命的现象乃是神。

在发病方面，《内经》认为疾病的发生和变化是错综复杂的，但不外乎正邪两个方面。人的内脏功能正常，正气强盛，卫外坚固，邪气就无从侵人，不会发病。只有正气虚弱，卫外无力，开合失常，邪气才能乘虚而人，所以正气虚弱是疾病形成的主要原因，外邪则是构成疾病的条件。由于邪气的性质、受邪的轻重程度不同，人体正气强弱也不同，邪中的部位也各有差异，形成的疾病千差万别。疾病的转归也不同。正虚邪实则病进；正胜邪衰则病退。正气虚，邪气又盛病情必恶化，甚至死亡。正气恢复邪气退却病情即向好的方向转化，以至痊愈。

【七情】

是喜、怒、忧、思、悲、恐、惊。在正常情况下，这七种情志变化是有节制的，是正常的精神活动。当有突然、强烈、持久的情志刺激时便可发生疾病。《内经》将五脏配五行、五气、七情，提出：情志变动影响气机而致病。《素问·举痛论》说：“怒则气上，喜则气缓，悲则气消，恐则气下……惊则气乱……思则气结。”《素问·阴阳应象大论》论述过度情志变化影响五脏时说：“喜伤心……怒伤肝……，忧伤肺……思伤脾……恐伤肾。”七情不但可以致病，在疾病发展过程中，情志也可以影响病情的变化。调摄情绪，保持良好精神状态，有利于疾病痊愈；精神情绪的恶性刺激，则可以使疾病恶化。

【望诊】

是医者运用自己的视觉，去观察病人的神、色、形、态、舌象、分泌物、排泄物等的变化，以测知内脏的变化。

【闻诊】

是依靠医者的听觉，通过病人发出

的种种声音变化，了解病人疾病情况。病人咳嗽、呼吸、呃逆、呕吐、语言等所发出的声音，其高低、强弱如何，情志变动如哭、笑、呼叫、语言伦次等，都反映了脏腑强弱、气血衰盛、邪气虚实。

【问诊】

是医者有目的地询问患者或其陪诊者以了解病情的一种诊察法。清楚地了解病情，必须通过询问患者，因为患者最知道他自己的痛苦。《内经》中问诊内容包括饮食忧患、起居毒伤等。

【切诊】

是医者运用指尖的触觉，在患者的一定部位进行触摸、按、压以了解病情的方法。《内经》对切脉和按诊都有详细的记载。它包括了切按病人的脉搏、胸腹、皮肤、手足等。

【辨证】

就是综合病人所出现的各种症状，以及一切与疾病有关的因素，加以分析，来探求疾病的原因和性质、病变部位，和邪正双方力量的对比，从而了解疾病的本质。辨证过程实际上就是以脏腑经络、病因与病机等基本理论对所取得的症状、体征等进行分析，辨明其内在联系、和多种病变间关系，从而作出诊断的过程。《内经》对辨证提出了一些原则和概念，但还比较初步。

【治则】

是治疗法则。《内经》的治疗思想以预防为主，防患于未然，防止疾病的发生（已如前述）。既病防变，已病须防病邪深入，病势蔓延。在疾病发展过程中，会出现非常复杂的病象，治疗时要分清标本缓急。所以说治病必求于本。针对病本纠正病体虚、实、寒、热的变化。热证用寒药、寒证用热药、虚证用补药、实证用泻药。《内经》在治疗中很重视天时、地理、人的体质等各方面的因素。因时议治是：夏天用热药或食热性食物应慎重，冬季用寒药或食寒性食物应慎重。因地制宜是：对地势不同、地区不同、饮食居处、生活条件和习惯不同的患者，他们虽然患病相同但治疗应有不同。因人施治是：对体质强弱、肥瘦不同、精神状态各异的患者，虽患病相同治疗应有差别。在用药方面应该适量，如果用药太过，则损伤人体正气，用药不足，则达不到治疗目的。

东汉时期名医张仲景（150～219）撰写了《伤寒杂病论》一书，把中医临床基本理论发展到一个新的高度。《伤寒杂病论》原来包括“伤寒”与“杂



《伤寒杂病论》

病”两大部分，经后人整理改编，成为《伤寒论》与《金匮要略》二书。由于张仲景的巨大贡献，他被后世医家尊为“医圣”，对他的著作进行注解整理的竟多达400余家，可见其影响之大。

张仲景的《伤寒论》在《素问·热论》的理论基础上，研究整个外感病的发展变化过程，根据病邪侵害经络、脏腑的盛衰程度、病人正气的强弱、有无宿疾等，提出了包括理、法、方、药在内的比较系统的辨证施治原则。其中以六经论伤寒（外感发热病的总称）。六经即太阳、阳明、少阳以为三阳；太阴、少阴、厥阴以为三阴。三阳病多属于实证、热证。三阴病多属于虚证、寒证。由于手足经络同名，六经实际上是十二经，而十二经又络属整个五脏六腑。因此脏腑、经络在疾病的发生演变中，彼此息息相关。张仲景把经络所属脏腑作为辨证的理论依据，从而提出伤寒传经途径。在证候分型方面有表里、寒热、虚实的不同，在这六者之中，以阴阳为总纲。在疾病的传变中，有直中、循经传、合病、并病等，为后世的八纲辨证打下了基础。治疗中立下汗、吐、下和针灸方法。强调了如果治疗不当，会引起变证、坏证的严重后果，及治疗变证、坏症的辨证方法。在诊断方面，除强调八纲辨证外，还应结合察色、望形、听声、诊脉等。

《金匮要略》以内科杂病为主，也涉及妇科、外科等疾病，还有救治自缢的人工呼吸法及注意事项。它以脏腑病机的理论进行证候分析。《金匮要略》最早创立“病因学说”，把复杂的病因概括为“内因”“外因”“不内外因”，为病因学发展作出了贡献。

自《内经》和《伤寒杂病论》问世以来至隋唐时期，历代医家主要是在这两部经典的基础上加以发挥和完善。金代以后，则出现了一系列具有突破性的发展，其代表首先是“金元四大家”，即“火热”、“脾胃”、“相火”、“攻下”四个中医流派。

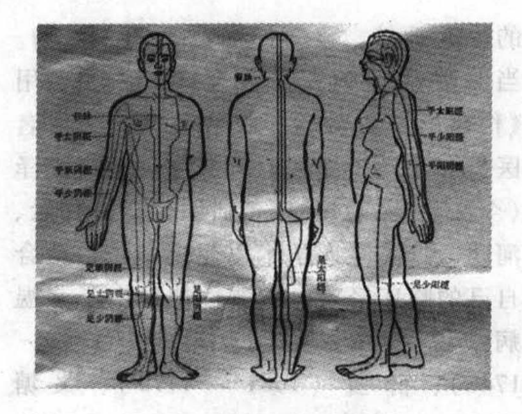
火热论的创始人是金代刘完素（1110～1200），字守真，河北河间县人，后人称他为刘河间。刘氏的主要学术成就是在《内经》思想指导下，结合自己治疗热性病的经验，大胆补充发展了《内经》的病因病机学说，在《内经》“病机十九条”的基础上又提出了“诸涩枯涸，干劲皴揭，皆属于燥”一条。刘氏指出，临床上大多数疾病都属于火热证，六气皆可化火，从而独创“火热论”，把病机十九条关于火热病的范围从十九种扩大到五十余种。在治疗上刘氏主张寒凉疗疾，一改仲景用麻、桂辛温解表之说。他创立的防风通圣散、黄连解毒汤等著名方剂，至今仍为临床治疗热性病的得心应手的方剂。刘完素“火热论”的价值在于他突破了当时医家墨守《伤寒论》理论的保守习气，开辟了中医认识疾病的新途径，且对后世温病学说的形成具有启迪作用。除创立“火热论”学说之外，刘氏还深入地研究了运气学说，并将五运六气与杂病的治疗联系起来，为后世留下了许多运气学说应用于临床的宝贵经验。

攻下说（又称攻下派）的主要代表人物是金代张从正（1156～1228），字子和，睢州考城（今河南考城）人。张氏集毕生精力潜心研究《内经》、《伤寒论》等古典医籍，纠正他所处时代医家们的好补风气，提醒人们重视邪气在病

因病机上的位置，强调并发展了以攻邪为主的治疗原则。张氏强调，在天之六淫，在人之饮食、七情致病，无论内外病因，均不是人体内应有的，一经致病，即应祛除，并将"汗、吐、下"三法灵活地用于各种疾病的治疗。张氏的"汗法"包括了发汗、灸、蒸、熏、针刺、导引、按摩等能达到解表目的的方法；"吐法"包括了引涎、取嚏、催泪、豁痰等上行的疗法；"下法"包括了泻下、催生、下乳、通经、消积行水等。张氏的"三法"扩大了仲景三法的应用范围。张氏也主张凡治病邪去之后当以水谷菜畜补养。后人称张氏学术思想为"攻下派"。

脾胃派的创始人是金代李杲（1180～1251），字明之，晚号东垣老人，河北真定（今正定）人。李氏的主要学术贡献是集中研究并发展了中医学的脾胃学说，创制了"补土派"的理论，在中医学术界独成一家。李氏认为脾胃是元气之本，是人体升降运动的枢机，脾胃伤则元气衰，元气衰则病始生。脾胃伤则五脏必受累，会出现"阳气下降、阴火上乘"的病态。他强调，脾胃病的主要原因是饮食不节，劳逸失度、恚怒忧思。在治疗方法上，他主张用升阳益气及甘温除热法，补脾胃、调气机。他所创著名的补中益气汤方成了临床治疗无名热的神效方剂。李氏学术思想的不足之处在于，他仅强调了升脾胃之阳的重要性，而忽略了脾胃阴不足的一面，后世叶桂提出的养胃阴法补充了这一不足。

相火论的主要倡导者是元代的朱震亨（1281～1358），字彦修，婺州义乌（今浙江义乌县）人。朱氏深研《内经》理论，集河间、东垣之长，结合自己的



十四经循行分布示意图

临证经验，独倡"阳常有余、阴常不足"论，创阴虚相火病机学说，善用滋阴降火药，成为滋补派的创始人。朱氏指出，人体易感火热病的内在因素在于人体的"相火"有常有变，常为生理，变为病理，即所谓"相火妄动"；他认为，煎熬真阴，损及精血，则相火有余而妄动，真阴易耗，此即"阳常有余，阴常不足"。他主张要注重养生、节食欲、节色欲，要保持阴平阳秘。在治疗上，他主张用滋阴降火之剂，创设了大补阴丸等著名方剂。朱氏临证注重辨证施治。关于降火法，他在《格致余论》、《丹溪心法》等书中曾详细介绍了针对不同情况采取的泻实火、补虚火、甘缓泻火等不同方法及降火药物的应用。这些都是首次系统提出的。

以刘、张、李、朱为代表的四大学术流派的形成，从不同角度补充、修正了《内经》、《伤寒论》的学术思想，并突破了独尊仲景的沉闷气氛，开辟了百花齐放、推陈出新的崭新局面。

在"四大家"之外，对于中医临床基本原理的最重要发展当属"温病学说"的建立，以及"活血化瘀"理论和"温补命门"理论的出现。

温病学说的创立是对中医学划时代

的一大贡献。该学说形成于明末清初。当时战乱频频，疫病流行，时医多用《伤寒论》方救治，收效甚微。明代名医吴有性（1582～1652）字又可，震泽（今江苏吴县）人，苦研医经，集仲景、河间、丹溪等人学术思想之精华，结合自己的临床经验，创造性地提出了“温病学说”。后又经清代叶桂（1667～1746）、薛雪（1681～1770）、吴塘（1736～1820）、王士雄（1808～1866）等人的不断补充、完善，形成了一整套比较完整的温病辨证论治理论体系，使温病学说完全从伤寒学说中解脱出来。

温病是指由温热病邪引起的热象偏重、易于化燥伤阴的一类外感热性病。其特点之一是，病因起于外感温热之邪，如风热、暑热、湿热、燥热之邪等。吴有性根据临床观察和研究指出，这种邪气非外感六淫之气，而是自然界别有一种致病物质，这种物质称为“戾气”。特点之二是，这种病的发作特点是多由口鼻而入，有极强的传染性，可在人群中引起流行。特点之三是，发病有明显的季节性、地域性。特点之四是，发病急、变化快、容易伤阴而出现神昏、谵语等证。特点之五是，疾病发展过程中主要病理变化表现为人体卫、气、营、血与三焦所属脏腑的功能失调和实质损害。温热病的辨证施治主要分为两大法，第一是卫气营血辨证，这种方法由叶桂始创。叶氏认为温热病发生发展变化的全过程主要表现在人体的卫气营血功能失调和实质损害，并根据这一病变规律提出了一整套辨证施治方法（卫气营血辨证详见表1）。第二种辨证方法是由吴塘创制的三焦辨证（三焦辨证详见表2）。

在卫气营血辨证中，病势依卫→气→营→血顺序逐渐加重，其传变方式根据病邪轻重和人体素质而不同，一种方式是由表入里（即卫→气→营→血），另一种方式是由里达表（即营→血→气→卫），也有卫、气分证同在，气、营、血分证同在等不同兼挟见证的。

三焦辨证的病机传变一般是始于上

表1　卫气营血辨证

证型	主　证	病　机
卫分	发热、微恶风寒、头痛、无汗或少汗、咳嗽、口渴、舌苔薄白、舌边尖赤、脉浮数	温病初起、邪从上受，先犯肺卫
气分	身体壮热、不恶寒但恶热、多汗、口渴喜冷饮、舌苔黄燥、脉滑数或洪大	邪入气分，里热亢盛，伤津液
营分	身热夜甚、口干不甚渴饮、心烦不寐、时有谵语、斑疹隐隐、舌质红绛、脉细数	邪入营分、损及营阴、心神被扰
血分	身热、燥扰甚或如狂、发狂、舌质红绛、吐血、衄血、便血、溲血、斑疹	邪入血分，耗血动血扰神

表2 三焦辨证

三焦	脏腑经络	主证	病机
上焦	手太阴（肺）	发热、微恶风寒、口渴、咳嗽、脉浮数、苔薄白等	邪犯肺卫肺气失宣
		身热、汗出、口渴、咳嗽、气喘、苔黄、脉数等	热邪壅肺，肺气内闭
	手厥阴（心包）	舌红绛、神昏、谵语或不语，肢厥等	邪陷心包，痰蒙心窍
中焦	足阳明（胃）	发热不恶寒反恶热、面赤、口渴、汗出、舌苔黄、脉洪大等	胃热熏蒸于外
	手阳明（大肠）	日晡潮热、便秘溲赤、声重、舌苔黄黑燥、脉沉有力等	热结肠道，腑气不通
	足太阴（脾）	身热不扬、汗出热不解、脘闷、痞塞、泛恶欲呕、身重肢倦等	湿热困脾，气机不畅
下焦	足少阴（肾）	身热颧赤、手足心热甚于手足背、口燥、咽干、脉虚数等	热邪久留，耗损真阴
	足厥阴（肝）	手足蠕动甚或瘛纵、神疲、心中憺憺大动，舌绛、苔少或无等	水不涵木，肝风内动

焦，终于下焦。由手太阴肺开始，继而传入中焦为顺传，虽病势加重但没出现危候，若由肺而传入心包的为逆传，这种情况称为“邪陷心包”，病势属于急剧转危。中焦病不愈，传于下焦肝肾，病势也属转入危重阶段。也有由于病邪不同，一开始就出现中焦湿热盛的证候的，也有邪气内伏，一开始就见下焦肝肾证候的。辨舌、验齿、辨白痦、斑疹是温病学的独特诊法。辨舌主要通过观察舌苔的性质、色泽、润燥，以区别病邪的性质，区分卫气营血和三焦证候类型，判断津液的存亡。验齿是通过观察门牙齿的润燥程度来判断病邪的轻重、病变的浅深、津液的存亡。辨斑病和白痦是通过诊察疹、痦的形态、色泽、多少来了解病情的深浅。温病的治疗法则依病因及证候类型而不同，但总的原则不外叶桂所指出的“在卫汗之可也，到气才可清气，入营犹可透热转气……入血就恐耗血动血，直须凉血止血”（《外感温热篇》）和吴塘所指出的“治上焦如羽（非轻不举），治中焦如衡（非平不安），治下焦如权（非重不沉）”（《温病条辨》）。目前临床上较常用的治法主要有：解表、清气、和解、祛湿、通下、清营、凉血、开窍、息风、滋阴、固脱等。温病因其致病因素、个体差异及临床表现不同，大致可分为新感温病与伏气温病两类。一般将感受热邪即时发病的称为新感温病，发病初起多见表证；将感受外邪未即发病、伏于人体过时而病的称为伏气温病，初起病即见里证。明清时代温病学家们创立了许多治疗温病的著名方剂，如达原饮，犀角地黄汤、桑菊饮、银翘散、清营汤、化斑汤、大定风珠、安宫牛黄丸等，至今均为临床医师喜用的有效方剂。温病学说是专门为治疗热性病而创的一门学科，它与《伤寒论》虽然同属于治疗外感病的范围，但亦有区别。《伤寒论》认为伤寒是一切外感病的总称，而温病应包

括其中。《伤寒论》认为外感病初起多为寒邪所中，它的辨证思想也是以六经论伤寒，只是在阳明篇中介绍了阳明温热病的治法，所设白虎汤、承气汤虽属治疗温病的方剂，但不能取代温热病的全部治疗方法。温病学家认为温病与伤寒的病因病机截然不同，以伤寒统温病的思想束缚了治疗温热病的手脚。所以，他们将温病学说从伤寒学说中独立出来，与伤寒并驾，形成治疗外感病的另一种思维体系。这实在是对中医理论宝库的一大贡献。

活血化瘀疗法早在《内经》、《伤寒论》中就已提出过，但将这一疗法广泛地应用于临床并做出系统归纳总结的首功应归于清代大医学王清任（1768～1831）。王清任名全任，字勋臣，直隶（今河北）玉田人。王清任的学术思想集中体现在《医林改错》一书中。他的独到之处在于强调血瘀证的原因很多是由气虚所致。气为血帅，气分有病，可致血瘀之证。气滞、气虚均可导致血瘀。他倡用逐瘀活血和补气活血两大治疗法则，对《内经》"血实宜决之，气虚宜掣引之"（《素问·阴阳应象大论》）的理论做了具体的补充和发展。王清任针对不同成因、不同部位的瘀血证，创造性地修改占方33个，列举了20种气虚证，50种血瘀证。王氏所创的补阳还五汤方成为治疗中风偏瘫的最佳方剂，后世医家所创的诸多再造丸，也是在这一方剂思想上发展起来的。



"医工"铜盆

温补命门学说的倡导者是明代的薛己（1488～1558）和晚明的张景岳（1563～1640）等人。薛氏没有专门著述，温补命门学说的思想集中反映在张景岳所著的《景岳全书》、《类经附翼》等书籍中。这一学说的提出是为纠正当时许多人机械搬用河间、丹溪等人的学术思想，滥用寒凉，克伐正气的流弊而创立的。温补命门学说大胆革新了《内经》关于命门位置的说法，指出命门在"两肾之中，是人之太极"（《类经附翼》）。该学说反对河间的"诸病皆属于火"及丹溪"相火为元气之贼"、"阳常有余"的观点，强调命门为人身之本、阴阳之室、水火之府，命门亏损则五脏六腑皆失所恃而诸病变生，相火难得而易失，即失难复，从而得出"阳非有余"的结论。该学说提倡阳气宜补不宜攻，主张临床慎用寒凉药物。对于真阴的看法，张氏等人的见解与丹溪相同。他们指出，真阴之病皆为不足之证，凡阴阳诸病变，皆应责之于肾之水火并具的命门，而命门水火皆为不足，治疗应当以温补为主，扶正即所以祛邪。张景岳在临床上经常应用熟地一药，就是基于熟地阳中有阴、阴中有阳，可以大补血衰、滋肾益水的原理。后人称张氏为"张熟地"。张氏所创左归饮，左归丸，右归饮，右归丸，大补元煎方成为临床补益命门水火的卓有成效的方剂。

与此同时，中医的诊法也有了极大的丰富发展，主要反映在《景岳全书》、《望诊遵经》、《脉经》、《濒湖脉学》等著作之中。

《望诊遵经》提出“望色十法”，即：浮、沉、清、浊、微、甚、散、搏、泽、夭，为临床望面色提出了准则。望舌苔是中医诊法的精华绝妙的代表之一，经历代医家的不断丰富，也形成了完备的标准。舌的每一部位分属一定脏腑，因而可以反映所属脏腑的病变。如以胃经划分，舌尖属上脘，舌中属中脘，舌根属下脘。如以五脏划分，舌根属肾，舌边属肝胆，舌中属脾胃，舌尖属心，四畔属脾。望舌主要是观察舌质和舌苔的变化。舌面上所生的一层苔状物称为舌苔。舌苔的成因可分为三种：一是胃气所生，二是邪气上升而成，三是饮食积满而生。全舌的肌肉脉络组织统称为舌质或舌体。通常察内脏的虚实重点看舌质，察病邪的浅深与胃气的存亡重点看舌苔。从舌苔的变化发展到舌质的变化，是疾病趋向严重之征；若舌质完全丧失生气（红活鲜润的颜色）则为危象。正常的舌象应为舌体柔软、活动自如、颜色淡红、舌面敷有薄薄的颗粒均匀、干湿适中的白苔，即所谓“淡红舌，薄白苔”。舌质的诊法包括察舌神（舌质的荣枯）、舌色（白、红、绛、紫、蓝、黑）、舌形（老嫩、芒刺、裂纹、胀、瘪）、及舌态（软、硬、战、痿、歪、舒、缩）等。舌苔的诊法则应察苔的真假、有无、厚薄、润燥、腐腻及苔色变化（白、黄、灰、黑）。

然而，在四大诊法中，发展最多的当属“切脉”。《内经》对“切脉”作出基本描述后，晋代王叔和（180～270）撰《脉经》一书，深入地阐明了脉理、脉象、诊脉法，厘定了二十四种脉象，在脉学发展史上作出了突出的贡献。明代李时珍（1518～1593）的《濒湖脉学》又增加了三脉，成为二十七部脉象。明代李中梓（1588～1655）又将脉增至二十八部。这些都是在王叔和的《脉经》基础上发展起来的。

切脉的部位古今有所不同。《内经》主张察头、手、足三部；张仲景倡取人迎颈侧动脉、趺阳足背动脉；王叔和取《难经》学说，以寸口脉为主。从王叔和起，切脉的部位就确定在寸口。寸口是人体桡动脉腕后的表浅部位。取寸口的依据是：①《内经》有“肺朝百脉”之说，脏腑经络的经气皆可汇聚于手太阴肺经，寸口又为肺经的大会；②手太阳肺经起于中焦，与脾经同属太阴，脾胃为脏腑气血之源，所以说五脏六腑的气血盛衰皆可以反映于寸口。通常将桡骨茎突的部位定为“关”脉，“关”前为“寸”脉，“关”后为“尺”脉。“寸、关、尺”合称为“三部”；双手各有三部，共为六脉。临床常以六脉候脏腑，即依寸、关、尺的顺序，左脉分别为心、肝、肾，右脉分别为肺、脾（胃）、肾（命门）。切脉时常用三种不同的指力体察脉象，轻用力按在皮肤上为浮取，名为“举”；重用力按至筋骨为沉取，名为“按”；不轻不重、中度用力按到肌肉为中取，名为“寻”。寸、关、尺三部都有浮、中、沉三种脉候，合称为“三部九候”。切脉主要是诊察脉动的频率、节律、充盈度、显现的部位、通畅的程度及搏动的幅度等用以辨别病变的部位、性质及正邪盛衰。正常脉象（平脉）应为一息四至、不疾不徐、和缓有力。正常脉象必须具备三个特点：一为有胃气。有胃气则食欲旺盛，身体壮实，抗病力强。胃气在脉象上的表现是：从容和缓，节律一致。二为有

神。心主血脉而藏神，脉为神之府，心神健则脉亦有神。脉中有神的表现是：从容和缓，应指有力。三为有根。有根指尺脉从容和缓，重按不绝，标志着元气犹存，虽病但生机不绝。由于年龄、性别、体质及环境、气候等因素的不同，脉象也会出现一些生理上的差异。如小儿脉多数（快），成人脉多强壮有力，老人脉多沉细无力，运动员脉多迟缓，春季脉略弦，夏季脉略洪等等。除生理变化范围以外的脉象均称为病脉。目前临床常见的28种脉象是：浮、沉、迟、数、滑、涩、虚、实、弦、紧、革、牢、洪、大、伏、芤、软、弱、微、细、长、短、散、结、促、代、疾、动。因浮、沉、迟、数、虚、实分别标志着表证、里证、寒证、热证、虚证、实证，而各种疾病的脉象都可以用这六脉来概括，所以医生常将此六脉做为辨脉的纲领。在疾病发展过程中，由于病机变化的错综复杂，临床上见到的脉象也往往不是单一的，常有两种或几种脉象兼见的情况。相兼脉的主病一般说来相等于组成该相兼脉的各单一脉主病的综合。例如，浮脉主表证，紧脉主寒证，而浮紧脉就主表寒证。在一般情况下，脉与临床见证是一致的；但有时也会出现脉证不一致的情况，乃至出现脉证相反的情况。大抵脉证相应为顺，相反为逆。如本属久病虚弱之体，反见洪大而数之脉，表示邪气太盛；机体无力抗邪，病多凶险。临床上遇到脉证相反时，必须辨明疾病的寒热虚实真假，透过假象抓住本质，或舍证从脉，或舍脉从证，才能恰当地进行治疗。无胃气、无神、无根的脉叫做败脉、死脉、怪脉、真脏脉。元代危亦林（1277～1347）在《世医得效方》中列出十种怪脉，多见于病情垂危之时。凡见此十种脉，则预后不良。这十种脉象是：釜沸、鱼翔、弹石、解索、屋漏、雀啄、偃刀、转豆、麻促、虾游。

【针灸学】

针灸学是中医学的重要组成部分之一，它是在经络理论指导下，应用针刺与艾灸的手段刺激腧穴，调动机体的抗病能力，调节脏腑的虚实状态，达到防病治病目的的临床治疗学。

早在新石器时代，人们就开始用砭石（小石片）刺激人体治疗疾病，用火烤灼人体以减轻疼痛，这是针灸学的萌芽，后来在不断的实践中，人们逐步发现了腧穴、经络现象。《内经》总结了前人的经验，对经络理论作了较系统的论述，并提出了很多针灸基本知识。晋代皇甫谧（223～282）所著的《甲乙经》是中国现存最早的针灸学专著。书中系统整理了《内经》关于针灸部分的



针灸铜人

理论，厘定了人体384个腧穴，并论述了针刺手法、宜、忌及常见病的治疗方法。北宋的王惟一（987～1067）编撰了《腧穴针灸图经》，并铸造了两座针灸铜人，这是中国最早的针灸模型。明代杨继洲（1522～1620）在家传秘方的基础上，汇编了古典医籍的有关理论及诸家经验，并结合切身体会，著成《针灸大成》一书。《甲乙经》和《针灸大成》两部书的问世，是针灸学史上的两次大总结，这两部书已被奉为针灸医师的必读书籍。《内经》以后的针灸学家们具体地说明了腧穴的分类及作用、定位法、配方法、针具、针刺手法和灸疗法。

腧穴的分类及作用　腧穴是脏腑经络之气输注于体表的部位，是针刺施术的部位。"腧"有转输之意，"穴"有孔隙之意。根据腧穴分布位置及其功用，可分为三大类：①十四经穴（简称经穴）。分布在十四经脉上的腧穴，主治本经病证。十四经中具有特殊作用的五腧穴、原穴、络穴等被称为"特定穴"。②奇穴（又称经外奇穴）。这类腧穴既有一定的穴名，又有明确的位置，但尚未列入十四经。对某些病证有特殊治疗作用，如治头痛的太阳穴等。③阿是穴（又称压痛点、天应穴）。它既无具体名称，又无固定的位置，是以压痛或反应点作为腧穴的。腧穴的治疗作用大体可分为：①近治作用，治疗腧穴所在部位附近的组织器官的局部病症。②远治作用。不仅能治局部病证，还能治疗本经循行所及的远隔部位组织器官的病证及相表里经络的病证。③特殊作用。一个穴位具有对机体不同状态的双重调节作用，如天枢穴既能止泻又能通便。

腧穴定位法　临床常用的腧穴定位法有三种：①将人体的长度和宽度测量为一定的尺寸作为确定腧穴位置的标准的骨度分寸法。例如，将人的前后发际之间定为12寸，则从后发际上行取7寸处为百会穴。②以人体体表特殊标志来确定腧穴位置的解剖标志定位法。例如，两眉之间取印堂穴。③以患者的手指为标准，进行测算定穴的手指同身寸法。临床常用的有中指同身寸法、拇指同身寸法和横指同身寸法。

腧穴配方法　临床治病，通常选用一个或几个腧穴组成治疗疾病的处方，常用的配穴原则有三种：①近部取穴。在疼痛的局部和邻近部位取穴，多用于局限的症状比较显著的部位。②远道取穴。根据脏腑经络理论在离病痛较远的部位取穴。③对症取穴。针对全身性的某些疾病，结合腧穴的特殊作用选穴。此外还有根据五行生克理论、经络表里关系、病变先后顺序而选用五腧穴、原穴、络穴等特殊腧穴来配穴处方的。

针具　作为针刺用的工具，常用的有毫针、三棱针、皮肤针（又称梅花针、七星针）、皮内针等。

针刺的手法　医生进针时，根据针刺部位的不同，进针角度也不同。皮肤肌肉浅薄处多用横刺，骨隙间及有重要脏器处多用斜刺，四肢及腹部肌肉丰厚处多用直刺。进针后通过行针（提、插、捻、转针体），当医生感到针下沉涩而紧，患者产生痠、麻、胀、重感时，



金医针

叫做“得气”。行针的手法分为补法与泻法。补泻手法又可具体分为疾徐补泻、捻转补泻等7种。临床上针对不同病情，常将这7种手法联合使用，从而又形成了多种复式补泻手法，如烧山火、透天凉、阳中隐阴、阴中隐阳、龙虎交战等。

灸法　使用以艾绒为主要原料制成的艾柱或艾条点燃后，在体表的一定腧穴上熏灼，给人以温热刺激，达到治疗疾病的目的的疗法叫做灸法。它具有温通经络、祛除寒湿、回阳救逆的作用。但对于实证、热证及孕妇的腹部、腰骶部不宜施用灸法。

针灸疗法具有操作简便、适应证广、疗效明显、经济安全等优点，几千年来在中国人民的医疗保健事业上发挥了重大的作用。它作为中国传统文化的一部分，很早就流传到了国外，受到了各国人民的欢迎。近年来，很多国家除设立了针灸专科外，还成立了研究针灸的专门机构。深入研究针灸经络理论，使之更好地为全人类服务，已成为世界性的科研课题。

【中药学】

中药是中医用来医治疾病或保健强身的药物，因其中植物性药占绝大多数，因而常被称为“中草药”。

《内经》对于中草药的特性、功能等都有过论述，但没有具体的介绍。现存最早的中草药专著是《神农本草经》，后世在此书的基础上多次作了补充、修正。唐代的《新修本草》中载药844种，还增加了药物图谱，这是中国的第一部药典。明代李时珍对中草药学书籍作了一次大规模的重新考正、编纂，著



中药（成药）

成《本草纲目》一书。书中收载药物1 892种，附有精确的药物形态图谱，同时收集处方1万余个。这本书问世以后，被译为多种文字流传到国外，被誉为“中药宝库”、“东方药典”。清代陆续出版的《本草纲目拾遗》、《植物名实图考》等书，都对中草药学的发展作出了贡献。据近年统计，已经发现的中草药已达5 000余种，其中常用于临床的亦有700余种。古代医药学家们经过反复验证，揭示出了中草药的药理学特性，还对于药物之间的相互作用关系及用药禁忌、炮炙方法等作了详细的论述。

中药的特性　中草药治病的基本原理是依据药物的性能来纠正疾病所表现出的阴阳的偏盛偏衰，从而治愈疾病。中药的性能大致可分作四气、五味、升降浮沉、归经和毒性5种。

“四气”，又称为四性，即寒、热、温、凉4种药性。将能够治疗热证的药物称为寒、凉性药物，能够治疗寒证的药物称为温、热性药物。（此外还有药性比较平和的平性药物，由于平性药物往往也略有微寒、微温的偏向，所以仍属于四性之内而不单提出来。）

“五味”指药物的酸、苦、甘、辛、咸5种味道（此外还有淡味，但因淡味

多附于甘，故不称六味，仍叫五味）。就五味的作用来说，味辛的能散、能行、能润，有解表、理气、活血、开窍、散湿等作用；味甘的能补、能和、能缓，有调和脾胃、补养气血等作用；味酸的能收、能涩，有收敛固涩、止咳生津作用；味苦的能泄、能燥、能坚，有泻火燥湿、通便等作用；味咸的能下、能软坚，有软坚散结、润下作用；味淡的能渗利，有淡渗利水作用。

“升降浮沉”是药物的作用趋向。具备向上、向外、发汗、升阳等作用的药物为升浮药，多属于温热性，偏于辛甘味；具备向内、向下降气、平喘、敛汗、潜阳等作用的药物为沉降药，多属于寒凉性，偏于苦、咸、酸味。

“归经”是指药物对于机体的某一部分具有选择性治疗作用的一种特性。通常依据药物所作用的脏腑的不同，而称该药物归属某经。应用归经理论有助于临床选择性用药。

关于中药的“毒性”，古今说法有所不同。古人称能攻疾愈病的药物均为“有毒”，称可以久服补益的药物为“无毒”，又根据药物治疗疾病的程度而分为“大毒”、“小毒”、“常毒”。现代中药书籍中所标记的“毒”，大多是指一些具有一定的毒性或副作用的药物，使用时应当慎重。

中药配伍的“七情”和禁忌 中药的使用方法包括配伍方法和用药禁忌等内容。

将药物按病情需要和用药法度联合使用，这就是配伍。配伍时，药物之间会发生相互作用，《神农本草经》将这些药物间的相互关系概括为“相须、相使、相反、相杀、相恶、相畏”，加上“单行”（单味药治病）总称为“七情”。“七情”理论几千年来一直指导着中医临床处方用药。

用药禁忌主要有配伍禁忌、妊娠禁忌和服药时的服食禁忌。

在药物配伍中，对于有“相反”和“相恶”作用的药物，应避免合用。历代关于配伍禁忌的说法不完全一致。金元时期的医学家们概括出“十八反”、“十九畏”。对于“十八反”、“十九畏”，医家们大多赞同，但也有持不同意见的，在有些方剂中也有将“十八反”中的相反药物联合使用的。

某些药物具有损害胎儿以致堕胎的副作用，所以妊娠期间应该慎用或禁用。通常毒性较强，或药性峻猛的药物如巴豆、斑蝥等应禁用；通经祛瘀、行气破滞及辛热类药物如桃仁、红花、附子等应慎用。

服药期间，应注意适当地避免生冷、


《缪和》帛书（局部）

粘腻、荤腥、不易消化、有特殊刺激性的食物。高烧时应忌油腻食物。

中草药的分类 中草药依据其来源可分为动物类、植物类和矿物类，其中以植物类为最多。依据其特性，大体分解表、芳香化湿、清热、止咳、平喘、消食、行气、活血、泻下、驱虫、开窍、温里、平肝熄风、安神、利水渗湿、祛风湿、止血、补益、收涩、涌吐等二十几类。

中药的炮炙 炮炙也称炮制，是药物在应用前或制成剂型前的加工过程，包括对药材的一般修治整理和特殊的加工技术。南北朝时期的《雷公炮炙论》中曾介绍了17种炮炙方法，其中很多方法至今仍在使用。目前主要的炮制方法可分为水制（如洗漂、水飞）、火制（如煅、炮、煨）、水火共制（如蒸、煮、淬）三大类。经过炮制的中草药药性强，毒副作用小，便于发挥疗效。

方剂 方剂由多种对症药物配合组成，是治疗疾病的主要措施之一，研究和阐明组成方剂的基本原则和临床运用规律的学问叫作"方剂学"。

早在《内经》中就已提出了"七方"及"君、臣、佐、使"等制方法则，并载有13首方剂。《伤寒论》、《金匮要略》中搜集了314首方剂，并作出了理论阐述。南北朝北齐年间有人概括出中药的十大功效，即宣、通、补、泄、轻、重、滑、涩、燥、湿，并将其运用于处方类型上，创立了"十剂"说。后人又补充了"寒、热、升、降"共为十四剂。后汉以来，医学家们创制了大量卓有成效的中医方剂，总结出配制处方的基本原则，即辨证立法、以法统方，和方剂组成形式。

所谓辨证立法、以法统方，就是根据辨证的结果，确定治疗大法与应用原则，然后拟方用药。《内经》、《伤寒论》将治疗大法概括为"汗、吐、下、和、温、清、消、补"等八种，是针对八纲的表、里、寒、热、虚、实、阴、阳而施治的，称为"八法"。后世在此基础上又作了发展和充实，扩大为二十二法，依这些法而设立的处方类型则可分别称为解表剂（依汗法而立）、清热剂（依清法而立）、祛寒剂（依温法而立）等等。

方剂的组成并不是同类药物的简单罗列，而是根据病情的需要，选择几种不同性能的药物，定出适当的分量，组合到一起，使它们相辅相成，从而增强其治疗作用并对某些有毒或药性较偏的药物起到监制、纠偏作用，以减轻其对人体的不利影响，产生更好的疗效。方剂的组成，可分为"君、臣、佐、使"四个部分。君药是针对病因或主证的药物；臣药是辅助君药发挥作用的药物；佐药是协助君、臣药治疗兼证或消除君、臣药副作用的药物；使药是通过经络引导君药直达病变部位（即引经）或起调和作用的药物。方剂在临床应用时常需根据病情需要及病人体质、年龄等情况灵活地加减化裁，有的是在主证不变的情况下，随着病情的变化，加减某些药物；有的是不改变方剂的主药，但改变配伍药物，从而直接改变原方剂的主要作用；也有的要根据病情的变化增减药物的剂量，从而改变该方的功效。此外，还应根据疾病的轻重缓急等选用汤剂、散剂、丸剂，膏剂、丹剂、酒剂等不同的剂型。

【养生学】

中医从整体论出发，十分重视疾病的预防，强调未病先防，防重于治。根据这一原则，提出了“养生”学说。“养生”又称“摄生”，泛指保持身体健康，延缓衰老，防止疾病发生的各种手段。

中医养生理论和实践的内容极为丰富，主要包括以下内容：①恬淡虚无。这是讲精神修养。由于中医认为内七情的失调可以致病，因此保持内心世界的平静是极为重要的祛病益寿之道。这种实践，早在春秋战国时期就已有了，多同道家的哲学思想相联系。②劳作有度，起居有常。这是讲培养良好的生活习惯，不要操劳过度，而要有规律地作息。《内经》对此有专门的论述。③导引。这是一种运动养生法，通过一系列形体动作，包括控制呼吸在内，达到强身祛病的目的。相传三国名医华佗创造“五禽戏”，即模仿五种动物的柔软体操。实际上，这种健身方法早已有了。20世纪70年代在湖南长沙马王堆汉墓出土的《导引图》，足以证明汉代以前“五禽戏”之类体操已经很流行。④按摩。在身体的特定部位上推、拿、按、揉，以疏通气机，调整脏腑功能。⑤服药滋补。这是指在无病情况下服食具有强身祛病功能的滋补药物来达到延年益寿之目的。服药必须根据不同季节和不同体质加以调节，其中包含有大量的理论和实践经验。也有些人试图通过服食某种矿物或炼丹来保持长生久视，这里面虽有某些科学道理，但多为迷信。⑥饮食。这方面的知识可称为中医营养学。不恰当的饮食可以伤生，恰当的饮食可以养生。自先秦时期就有许多这方面的经验之谈。另外，某些疾病也可以通过调节饮食来治疗，历代医书中有许多这类食疗之方。其中，介绍食疗最系统的，首推元代忽思慧于天历三年（1331）作的《饮膳正要》。⑦房中术。房中术即男女交合之术，是中医的性医学理论。在房中术之中，有相当多的内容是讲性生活应该有节制，《内经》即明确提出随着年龄的增长应逐渐减少性生活的次数，否则即会伤生。⑧气功。中医认为，气功可调整身心，具有祛病延年功效。有关气功的内容详见本书“中华气功”篇，这里从略。

【中医学与数术】

如同生物界的新陈代谢一样，人的生、老、病、死等现象也是不可避免的，特别是死亡，更是每个人最终都不可逃脱的“宿命”。当然，在科学技术日益发达的今天，运用各种科学的手段祛病强身，在一定程度上延缓衰老，也并不违反新陈代谢的常态，而且它正是现代医学所努力的目标。事实上，古人也很早就有了养生卫生、祛病疗疾的意识，而且比我们的意识或许还要强烈得多，只不过在理论基础、操作手段等方面与我们有差别而已。其中，有些方面在我们看来，带有浓厚的神秘主义的色彩，而这种神秘主义，正与数术密切相关。本章即试图从这个角度，来和读者聊一聊有关中医的几个话题。

巫医同源

《论语·子路》有云：

子曰：“南人有言曰：‘人而无恒，

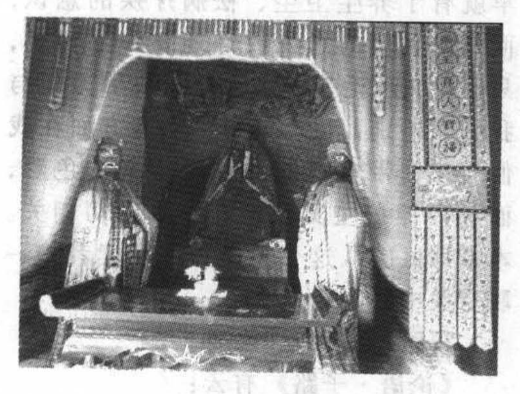
不可以作巫医。' 善夫！'不恒其德，或承之羞。'"

这里记载的是孔子发表的一段议论。孔子说："南方人有句话说：'人要是没有恒心，连巫医也不能做。'这句话说得好啊！'人要是不能持久地保持德行，就会招来耻辱。'"（此语出自《周易》爻辞）

对于孔子的这段议论，我们要指出两点：第一，孔子强调的重心是持之以恒的德行；第二，孔子认为巫、医两者有某种相通的共性，而且对其颇不以为然。我们这里所关注的却正是后者，因为其中蕴涵着医术起源的重要信息。

事实上，中国传统医学的历史也是很悠久的，其起源甚至可以追溯到远古传说时代。从字面上看，"医（醫）"字其下从"酉"，而"酉"字本是盛酒之器的象形，并且可以与"酒"通用。那么，"酒"与"醫"又有什么关系呢？原来，酒是最早的一种药。比如，古医书《黄帝内经》论及酒的作用时说："邪气时至，服之万全"，后世并有"酒为百药之长"之说。可见酒在古代医药中的重要地位。

不过，读者朋友们或许还会进一步



陕西耀县的药王孙思邈塑像

追问：酒作为药的重要性又来自何处呢？这就涉及到酒的更古老的一种功用了，即交通神灵。酒本来可以加速血液循环，刺激大脑神经兴奋，使人有腾云驾雾、飘飘欲仙之感，但早期的人们不知其所以然，就把这种作用神秘化了，认为这是神灵使然，或者认为是与神灵交通的结果。因此，在原始巫术和宗教中，酒就被当作一种与神灵交通的重要的中介而使用了，甲骨文和金文中都有这样的记载；而在古人看来，通神之物本身也有神性和神力，可以医治疾病，所以"醫"从"酉（酒）"。又由于通神之术和医药之术主要是由巫师来掌管的，因此"医"在古代又写作"毉"。由此可见，巫医原本同出一源，或者说，医本出于巫，医术其实是从巫术中分化而来的。巫、医的这段渊源，注定了医术在后世与数术的难解难分。

随着社会的进步和人类理性的发展巫的地位也逐渐下降了。在"绝地天通"之后，巫的地位为职官所取代，医药等方技之术也转而为职官所掌握。比如，《周礼·天官·冢宰》中就列有医师以及食医、疾医、疡医、兽医等专职官员，表明在三代时期医和医术已经从巫和巫术中逐渐独立出来了。当然，巫的活动并未完全消失，此前巫医合一的文化风貌也还留下了一些蛛丝马迹，像《山海经·海内西经》说六巫"皆操不死之药"，《大荒西经》也有十巫升降于"百药爰在"的灵山之说，其中巫咸、巫彭等在《世本》、《吕氏春秋》等古籍中又明确被称为"医"，其名在甲骨卜辞中也屡屡出现，可见其活动年代大致不出殷商时期。

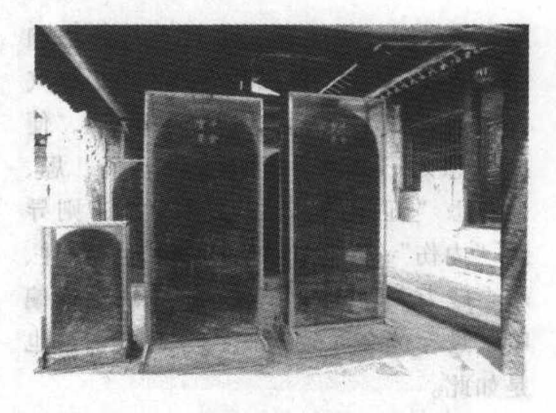
西周以后，礼崩乐坏，职官分化，

医术也流于民间，师徒传承，逐渐形成了一种职业。与此同时，医家也开始注意总结自己以及前人的医疗实践经验，使得医药之术逐渐系统化、理论化。《七略》著录西汉以前的书籍，其中“方技略”下共收“医经”、“经方”、“房中”、“神仙”四类之书：前两类是系统的医学理论和药剂学、药物学著作；“房中”书主要与性学、优生学有关；“神仙”书则与饮食以及后世的体操、气功等养生健体的方法有关。这里，我们从“神仙”之名、书的内容以及这种分类方法本身来看，仍然可以略窥上古以来巫医不分的神秘主义传统。

医易一理

中国古代医学中有一句名言：“不知《易》，不足以言大医。”意思是说，不通晓《周易》的人是不可能成为良医的。那么，医术或医学与《周易》到底有什么关系呢？我们认为，明代著名医学家张介宾所撰《医易义》可以看作是对这个问题的回答。张介宾在其中明确提出了“医易同原”说，指出了医易会通的理论根源，即所谓“天人一理者，一此阴阳也；医易同原者，同此变化也”。也就是说，“医易同原”的最终的共同根据在于《周易》中所说的阴阳变化之道。

其实，自从《黄帝内经》起，阴阳学说就是中医理论体系的基础。具体说来，医家心目中的阴阳大致包括两层意思：其一，阴阳代表两种性质相异的物质，进而从阴阳的普遍属性引而申之，宇宙万物以至人类自身，都可以划分力阴、阳两大类；其二，从阴阳之间动态关联的各种形式探讨天人之间各种规则性与非规则性的关系，以及人体自身阴



陕西耀县的药王山的“千金方”碑

阳升降与调平的生理、病理状况和诊断、治疗途径。例如，《黄帝内经》将人体按照阴阳进行界分：内部属阴，外部属阳；背部属阳，腹部属阴；五脏属阴，六腑属阳等等。再将阴阳与四时对应，则春、冬两季，属阴性的部位容易生病；夏、秋两季，属阳性的部位容易生病。此外，《灵枢经》中还将经脉与阴阳联系起来，把人体腰以上的部分称为阳，将上肢的十条经脉与天干对应；把人体腰以下的部分称为阴，将下肢的十二条经脉与地支对应，等等。

说起阴阳，总是不能不连带着提到五行。事实上，中医学的基本特征之一就是把五行与五脏以及自然界的五气等因素对应起来，并且结合阴阳学说，以此为基础建立起一个完整的“天人合一”的思想体系。根据这种思想，天地万物皆由阴阳五行气化而成，人体亦具阴阳五行之性；因而人和天地万物这个大宇宙一样，也是个小宇宙。人体要像宇宙运行、万物生长那样不失其常，即所谓“时中”，才能够健康安泰；疾病的产生则是“不时”、“不中”，即人体阴阳失调、五行逆乱的结果。具体说来，引发疾病的直接因素，不外乎外感、内伤、饮食不节、劳作无度。“天之五气”

风、暑、湿、燥、寒，本是人与万物赖以生存的条件，但若非其时而有其气（不时），发生太过或不及（不中），便成外感之“淫邪”；人有怒、喜、思、忧、恐“五志”，若发而不中节，则导致“内伤”；“地之五味”酸、苦、甘、辛、咸为人之饮食所不可缺，缺乏或偏嗜太过，也会导致疾病；劳逸失衡，也是如此。

《黄帝内经》还根据五行与五脏的对应关系，制定了大量的医疗方法。例如，书中认为患肝病的人适于在夏天治疗，否则到了秋天病情就会转重。为什么呢？因为按照五行的原理，肝属木，秋属金，金克木，所以秋天肝病会加重；而夏属火，火克金，所以夏天会弱化金对于木的制约，有利于肝病的治疗。同理，心脏病适于在季夏治疗，否则到了冬天会加重；脾脏病适于在秋天治疗，否则到了第二年的春天会加重；肺脏病适于在冬天治疗，否则到了第二年的夏天会加重；肾脏病适于在春天治疗，否则到了夏季会加重。此外，五脏生了病，医家用药也要受到阴阳五行的制约，其中涉及五味、干支等许多数术观念，原理与上述类同，此处就不再赘述了。

更有意思的是，《黄帝内经》中还按照五行的原理将人分为五种类型，即：

木性人，皮肤青色，头小面长，肩背宽大，身躯挺直，手足小，有才智，好用心机，体力不强，为杂务所扰，不耐寒；

火性人，皮肤赤色，齿根宽广，面瘦头小，肩背、腰腹及两腿发育匀称美好，手足小，走路急速不稳，性急，有气魄，不重钱财，少信用，无忧虑，观察事物敏锐，美貌，多暴死、短寿，不耐寒；

土性人，皮肤黄色，大头圆脸，肩背丰满，腰腹壮大，两腿健壮，手足小，肌肉坟起，体态均匀，步态轻稳，性格平和冷静，不骄不躁，乐于助人，善于团结人，耐寒；

金性人，皮肤白色，小头方脸，小



陕西临潼的华陀墓



医生在给病人治病的时候要遵循医疗宜忌

肩背，小腹，手足小，足跟部骨骼显露，行动轻快，禀性廉洁，性急，平时沉静，行动时狂烈，有领导才能，不耐热；

水性人，皮肤黑色，面部不平，大头颅，脸庞宽大，肩小腹大，手足喜动，行路不稳，腰背较长，对人不恭不畏，善欺诈，常因作恶而丧命，不耐热。

在以上每一类人中，又各有四类属性不全的人，例如，在木性人中，除了纯正的木性人之外，还有四种偏上、偏下、偏左、偏右的木性人。因此，这五类人其实共包括二十五种类型的人。

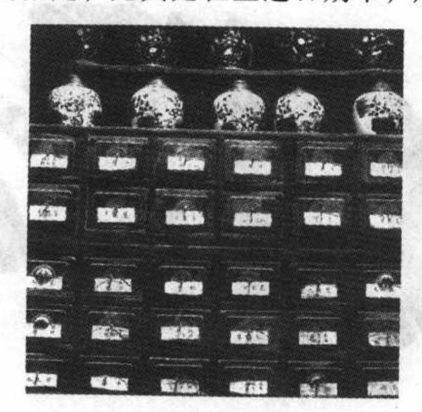
说到这里，有心的朋友可能会发现，并且发生疑惑：上面对各类人的描述怎么跟相面差不多啊？那么我们应当向您表示钦佩：您的敏感是对的，两者确实有关系。有人甚至认为，中医最基本的“四诊”（望、闻、问、切）之术中的望诊就是从古代相术中分化而来的。客观而论，两者之间的确错综很多，而且都是依据阴阳五行论人的形、性、神、色，只不过前者偏重于疾病死生，后者偏重于吉凶祸福罢了。再说，疾病死生不也可以包括在吉凶祸福之内么？看来，古代医术与数术不仅在原理上颇多关联，就是在具体的操作行为上也是难解难分啊！

医疗宜忌

中国古代的许多医书中还记载了大量的医疗宜忌的内容，我们简直无法把它们与数术活动截然区分开来。下面让我们以《黄帝内经》的记载为主要依据，来对此略作说明。

首先，医书上认为，人体发生病变时，肝脏病宜吃酸味，忌吃辛味；心脏病宜吃苦味，忌吃咸味；脾脏病宜吃甘味，忌吃酸味；肺脏病宜吃辛味，忌吃苦味；肾脏病宜吃咸味，忌吃甘味。这些规定显然也是五行相胜观念的产物，比如，在肝脏病的宜忌中，肝对应五行中的木，木对应五味中的酸，所以患脾脏病者宜吃酸味之物；而辛味对应五行中的金，金克木，所以忌食辛味之物。

其次，在用针灸进行治病时，要注意日期与针刺部位的关系：甲、乙日忌刺头部；丙、丁日忌刺肩、喉；戊、己日忌刺四肢和腹部；庚、辛日忌刺股部和膝部；壬、癸日忌刺足胫部。另外还有“天忌日”的说法，即立春、立夏、立秋、立冬、春分、夏至、秋分、冬至以及戊日和己都是大禁的日子，要根据人体与九宫（见下一章）的对应注意禁刺的限定；尤其是在上述日期中，严禁



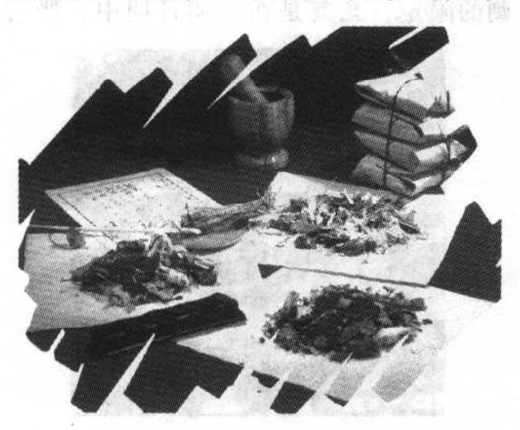
我国中医常见的药柜子

用破溃的方法治疗痈肿等病症。

再者，五脏是人体的核心，因此，如果用针不当，误刺了任何一个脏器，都会导致死亡：误刺肝脏将会出现多语的现象，五天左右必死；误刺心脏将会发生频繁嗳气的现象，一天左右必死；误刺脾脏将会出现不由自主吞咽的现象，十天左右必死；误刺肺脏将会发生不断咳嗽的现象，三天左右必死；误刺肾脏将会多喷嚏和呵欠的现象，六天左右必死。应当承认，五脏是人体中的重要器官，医家在治病时对它们必须格外注意，但如此强化五脏与死亡的必然联系，显然不能排除五行的神化作用的影响。

此外，《黄帝内经》中还大量谈到对于各类病人死亡日期的推断，比如，肝脏病将死于庚、辛日，心脏病将死于壬、癸日，脾脏病将死于甲、乙日，肺脏病将死于丙、丁日，肾脏病将死于戊、己日等等。这是根据五行、五脏以及十天干的对应关系，以及五行相克的原理，推算出的各种病变的原理。

当然，《黄帝内经》中也有一些莫名其妙的宜忌之数。比如，其中的“年忌之说”认为，一个人长到七岁时是第



古代医学家在医治病人时，医术与数术双管齐下



古代医学家常用的《铜人明堂之图》

一个大忌之年，以后每九年有一个忌年，即十六岁、二十五岁、三十四岁、四十三岁、五十二岁、六十一岁等等；时逢大忌之年的人必须注意保养，不可轻举妄动，以防不测。又如切诊时，如果脉搏跳动五十次不止歇，说明此人身体健康、五脏均无病状；如果四十次中止歇一次，说明五脏之中有一脏精气衰竭；如果三十次中止歇一次，说明五脏之中有二脏精气衰竭；如果二十次中止歇一次，说明五脏之中有三脏精气衰竭；如果不满十次就有一次止歇，说明五脏尽衰，此人离大去之期不远矣！这些宜忌之数，尽管我们暂时还不知道它们的由来，但相信最终也会在数术系统中找到它们的根据。

医家占卜

中国古代的许多医家同时也在直接从事着占卜、算命之类的数术活动。史籍中对医家的这些活动也有明确的记载，可以反映古人自己对医术与数术的关联的看法。

春秋时期，晋国贵族赵简子有一次生了大病，五天不省人事，侍从们都吓

坏了，赶忙把当时的名医扁鹊找来。扁鹊探视了一下病情，出来说："这是血脉所致，不足为怪！当年秦穆公也是这样，昏睡了七天才醒过来，醒来后对公孙支等人说：'这些天我到天帝那儿去了，过得非常愉快。我之所以这么久才回来，是因为在那儿学了些东西。天帝告诉我，不久后晋国将要发生动乱，五世都不得安宁；此后晋国将会称霸天下，但称霸者又将不得善终；它的后代将会危及你们秦国，带来淫乱之厄。'公孙支把这些话记了下来，形成了秦国的谶书。后来，晋献公之乱、晋文公之霸，以及晋襄公打败秦国、肆意淫乱等事件，都印证了秦穆公的话。现在赵简子的病与秦穆公相同，不出三天，他就会醒来，醒来后也会讲述一些谶语。"

两天以后，赵简子果然醒了，而且对周围的人说了一些谶语，这些谶语被随从记录下来收藏好，据说后来也都应验了。

在这则故事中，扁鹊的诊断与梦占、神话、谶语等文化现象交织在一起，生动地反映了中国古代的医术与数术密不可分的历史事实。

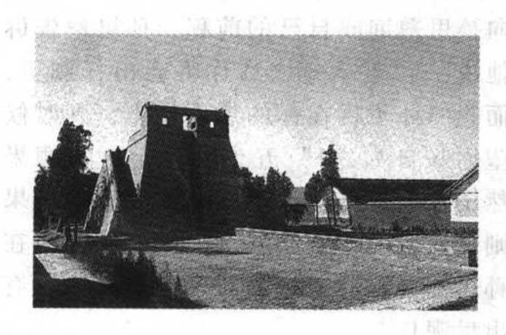
此外，古代许多著名的医家在行医的同时，也直接从事算命之类的数术活动，比如，被称为"药王"的隋唐时代的医学家孙思邈就有许多神奇的占例。相传隋文帝时，朝廷让孙思邈出任国子博士，他自称患病不肯前往，私下对家人说："我已经推算出隋朝国运不会长久，再过五十年后，将会有圣明的君王出现，到那时我才会出来帮助他。"后来，隋朝果然二世而亡，直到唐太宗李世民即位时，孙思邈才出来做官。

另据记载，有一位叫卢齐卿的少年向孙思邈询问自己的前程，孙思邈告诉他说："五十年之后你将会出任刺史，而我的孙子将在你的属下做官，到时候望你好自为之！"五十年后，卢齐卿果然出任徐州刺史，孙思邈的孙子孙溥果则出任徐州萧县丞。令人惊奇的是，在孙思邈为卢齐卿算命时，孙溥果还没有出世呢！

四、天文历法

【天文学】

天文学的理论框架并不是近几百年才构造起来的。天文学不是新开拓的学科，它的渊源可以追溯到人类的上古时期，它是古代天文学的延续。我们从现代天文学的基本概念中很容易发现这些痕迹。



登封观星台

诚然，现代天文学主要继承了古希腊的天文学体系，但作为人类同样宝贵的文化财富，中国古代天文学也闪烁着智慧的光辉。而且越来越多的事实表明，研究中国古代天文学有着重大的现实意义。

天文学是中国古代文明的一部分，即使是一个普通的中国人，也应该对它有一个大致的了解。本书在介绍它的基本内容之前，先简述其发展过程。

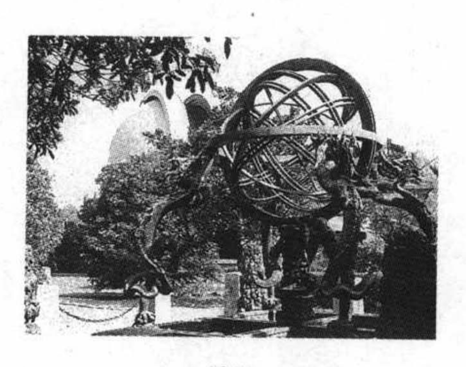
早期天文学

也许在文字产生以前，人们就知道利用植物的生长和动物的行踪情况来判断季节，这是早期农业生产所必备的知识。任何一个民族，其发展的最初阶段都要经历物候授时过程，甚至到本世纪50年代，中国一些少数民族地区还通行这种习俗。

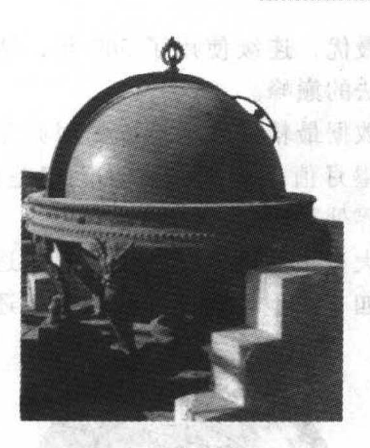


北京古观象台的部分铜铸天文仪器

物候虽然与太阳运动有关，但由于气候的变幻莫测，不同年份相同的物候特征常常错位几天或者十几天，比起后来的观象授时要粗糙多了。观象授时，即以星象定季节。《尚书·尧典》描述：远古的人们以日出正东和初昏时鸟星

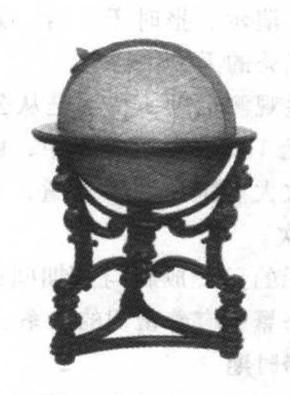


浑仪



天球仪

（长蛇座α）位于南方子午线标志仲春，以太阳最高和初昏时大火（天蝎座α）位于南方子午线标志仲夏，以日落正西和初昏时虚星（宝瓶座β）位于南方子午线标志仲秋，以太阳最低和初昏时昴星（金牛座η）位于南方子午线标志仲冬。



地球仪

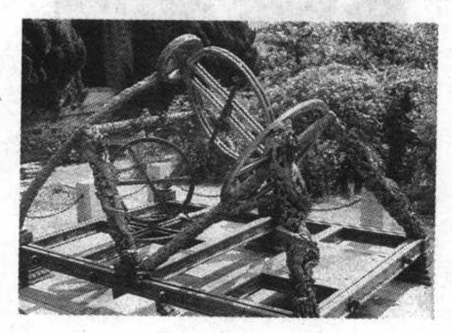
物候授时与观象授时都属于被动授时，当人们对天文规律有更多的了解，尤其是掌握了回归年长度以后，就能够预先推断季节，历法便应运而生了。夏商时期肯定已有历法，只是因为文字记载罕有，其内容还处于研究之中。春秋战国时期，流行过黄帝、颛顼、夏、商、周、鲁等六种历法，是当时各诸侯国借用古名颁布的历法。它们的回归年长度都是 $365^1/_4$ 日，但历元不同，岁首有异。

春秋战国 500 年间（公元前 770—前 222 年），政权更迭频繁，星占家们各事其主，大行其道，引起了王侯对恒星观测的重视。中国古代天文学从而形成了历法和天文两条主线。

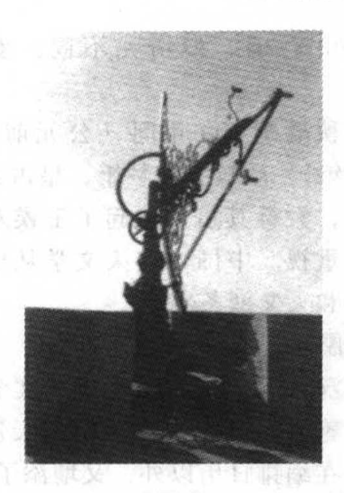
发展与完善

西汉到五代是中国古代天文学的发展、完善时期。从太初历到符天历，中国历法在编排日历以外，又增添了节气、朔望、置闰、交食和计时等多项专门内容，体系愈加完善，数据愈加精密，并不断发明新的观测手段和计算方法。比如，南北朝时的姜岌，以月食位置来准确地推算太阳位置。隋朝刘焯在皇极历中，用等间距二次差内插法来处理日、月运动的不均匀性。唐代一行的大衍历，显示了中国古代历法已完全成熟，它记载在《新唐书·历志》，按内容分为七篇，其结构被后世历法所效仿。

西汉落下闳以后，浑仪的功能随着环的增加而增加，到唐代李淳风时，已能用一架浑仪同时测出天体的赤道坐标、黄道坐标和白道坐标。天文仪器是测定历法所需数据和检验历法优劣的工具，它的改良也促进了天文观测的进步，岁差和日月行星不均匀性等发现都先后引



简仪


象限仪

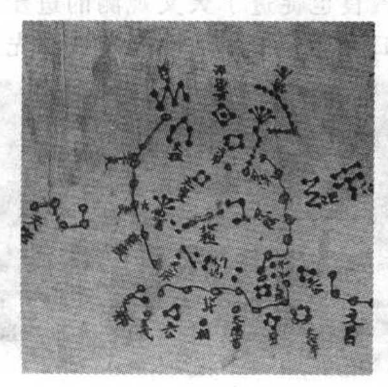
入历法计算。除了不断提高恒星位置测量精度外，天文官员们还特别留心记录奇异天象发生的位置和时间，其实后者才是朝廷帝王更为关心的内容。这个传统成为中国古代天文学的一大特色。

中国古代三种主要的宇宙观，起源于春秋战国的百家争鸣。秦以后的1000多年中，在它们的基础上又派生出许多支系，后来浑天说以其解释天象的优势，取代了盖天说而上升为主导观念。

鼎盛时期

宋代和元代为中国天文学的鼎盛时期。这期间历法有以下特点：

颁行的历法最多：达25部。它们各有特色，其中郭守敬等人编制的授时历性能最优，连续使用了360年，达到中国历法的巅峰。


敦煌唐代星图

数据最精：许多历法的回归年长度和朔望月值已与现代理论值相差无几，在世界处于领先地位；

大型仪器最多：宋代拥有水运仪象台和四座大型浑仪，元代郭守敬还创制了简仪和高表。其中苏颂的水运仪象台，集观测、演示、报时于一身，是当时世界上最优秀的天文仪器；


唐代二十八宿铜镜

恒星观测最勤：特别是从公元1010年到公元1106年的96年中，就先后组织了五次大型恒星位置测量，平均不到20年一次。

宋元的天文成就与这期间的政权稳定和经济繁荣有着密切的关系。

停滞时期

进入明代和清代后，天文学就开始停滞不前。元代的授时历在明代又继续使用了270多年，直到清初采纳了欧洲耶稣会传教士所编制的《西洋新法历书》为止。

中国天文学为什么没能继续发展呢？有经济、政策等社会原因，也有天文学本身的原因。首先，元代的天文仪器已能达到肉眼测量的极限，除非再增加凸凹镜片，否则精度不会提高，而望远镜



长沙马王堆出土《天文星象杂占图》

技术是在欧洲诞生的。其次，中国古代擅长代数计算，在解决天体位置与推算值弥合问题上，只注意表象，不注意几何结构和理论依据。相反，古希腊天文学是侧重几何学的。中国从14世纪以后与欧洲科学水平差距越来越大，不能不令人痛心。虽然作这种反思是痛苦的，但却有助于我们对今天的思考。

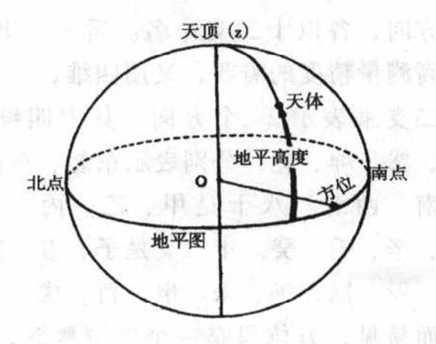
人们通常把最难懂的书称为“天书”，中国古代有关天文历法的书籍就是真正的天书。从下一章起，我们拟用最通俗的语言将“天书”剖析给读者，必要时采用现代天文学基本常识与古代天文学对比叙述的方法，并省去一些不太重要的枝节和某些复杂运算。

大家知道，天文历法知识的产生离不开天文观测，进行观测当然要有观测仪器，而介绍仪器又不能不提及仪器的坐标系统，所以我们先从仪器的坐标系统谈起。

【坐标系统】

了解现代天文常识的读者都知道，恒星或疏或密或远或近分布于整个天空。由于人的目力所限，感觉不出恒星的远近区别，因而恒星就从它们的实际位置投影到以地球为中心以肉眼极限为半径的球面上。对于只计算天体视觉位置的古代人来说，这种错觉无意中成为一种简化手法。这个假想球面叫做天球。

要确定天体在天球上的位置，必须有两个数据，像平面上的点可以用平面直角坐标系（x，y）或极坐标系（r，θ）表示一样，天体的位置也可以用球面坐标系的两个数据来表示。中国古代有三种球面坐标系统：地平坐标、赤道



地平坐标系

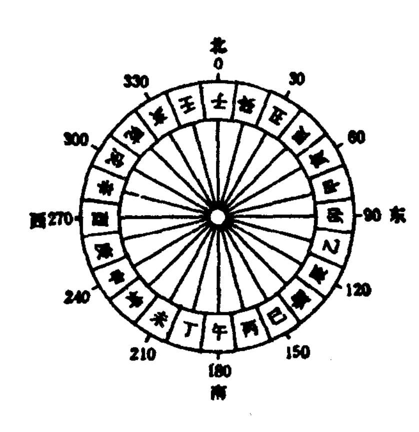
坐标和黄道坐标，其中地平坐标是产生最早而且最为直观的坐标系统。

【地平坐标系】

以天顶（头顶正上方）和地平圈为基本点圈建立的坐标系叫地平坐标系，两个坐标分量是地平高度和方位。

地平高度是指天体沿着垂直于地平经圈的大圆到地平的角距离，地平为计算起点。中国古代有很长一段时间用丈、尺、寸等长度单位来表示天体的高度，一寸大致相当于一度。直到宋代以后，才改用“度”单位。

方位就是方向，可在地平经圈上标志。在方位概念产生的最初阶段，只有东、南、西、北四个方向，分别用卯、



二十四方位图

午、酉、子表示。到汉代时，增加到 12 个方向，各以十二支命名。后来，出于提高测量精度的需要，又用四维、八干、十二支来表示 24 个方向，其中四维是艮、巽、坤、乾，分别表示东北、东南、西南、西北。八干是甲、乙、丙、丁、庚、辛、壬、癸。十二支是子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥。显而易见，方位只是一个区域概念，以“子”为例，在正北左右各 7.5°的范围内都称为子方位。《周髀算经》可作为例外，因为书中使用了与现代地平经度相仿的量度方法。除此以外，中国地平坐标系统的方位分量也不存在量度的起始点问题。

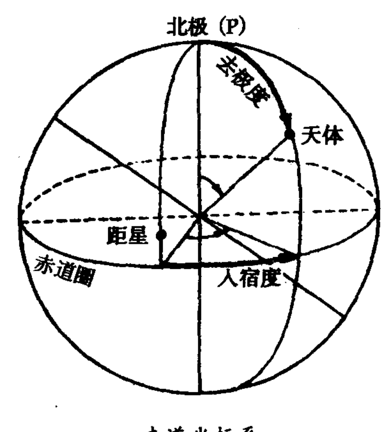
【赤道坐标系】

天文上的赤道并非地球赤道，它是地球赤道平面向外延伸与天球相交形成的大圆环，叫做天赤道。中国古代天文学家把包括天赤道在内的范围较宽的一条恒星带由西往东分成 28 个天区，这些天区有专门的术语，叫做宿，共计二十八宿。

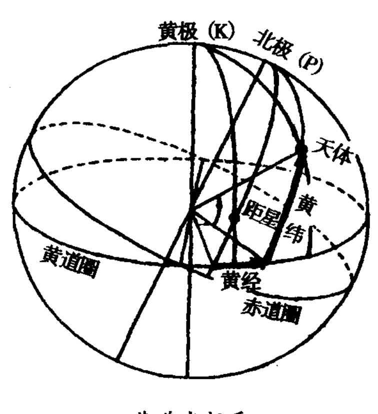
每宿都有一颗作为测量其他恒星的标准星，叫距星，所以中国传统赤道坐标系统的赤经起算点不是一个而是 28 个。既然是标准星，那么距星与相邻距星的赤经差，古代又叫距度的值，就必须最先测定。在二十四吏的天文志中，均有二十八宿距度测定值的记载，只是各代的数据之间有些出入。在排除了测量精度改进的因素后，可以发现岁差是各宿距度发生单向变化的根本原因。由于古人不明这个道理，当发现原有记录与新的观测值有明显差距时，只能被动地改换新的标准值。

在望远镜发明以前，古代人当然是凭肉眼进行观测，所以他们挑选的距星大多是明亮醒目的，如角宿距星为室女座 α（中名角宿一），箕宿距星为人马座 γ（中名箕宿一），觜宿距星为猎户座 λ（中名觜宿一）。

在中国赤道坐标系中，天体的位置用去极度和入宿度这两个赤道坐标分量表示。去极度是指天体到北天极的角距离，入宿度则指天体与它西侧第一颗距星之间的赤经差。例如古书中有“织女星（天琴座 α）入斗五度”一句，意思是，织女星在斗宿天区内，与斗宿距星（人马座 φ 星）的赤经差为 5 度。



赤道坐标系



黄道坐标系

【黄道坐标系】

太阳每天除了东起西落外，还在恒星背景上向东移动大约1°的角距离，因而一年差不多移动一圈，太阳在天球上的周年视运动轨道就称为黄道。黄道与赤道不在同一平面上，而是大致斜交成23.5°的夹角。黄道坐标系以黄道为基本圈，天体的位置可用黄经和黄纬两坐标分量来表示。

中国黄道坐标系中的黄经概念与现代天文学上的有所不同：中国黄经的起算点是二十八宿距星而并非春分点，而且天体的黄经值是指它与距星之间的赤经差在黄道上的投影，所以严格地说，应该称这个量为"似黄经"比较妥当。

与"似黄经"相配，还有一个"似黄纬"。"似黄纬"是指天体沿着赤经圈到黄道的角距离。测量时以黄道为起点，若天体在黄道以北，叫黄道内某度，若在黄道以南，叫黄道外某度。

黄道坐标系易于表示太阳的运动。月亮和行星的运动轨道虽然不与黄道重合，但相交角度很小，所以这三者的运动用黄道坐标表示比用赤道坐标更方便。

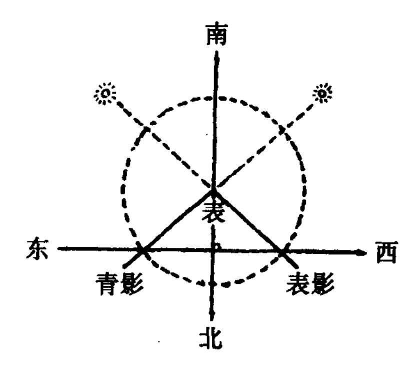
而由于地球的自转，所有天体都参与周日视运动，其运动轨迹与天赤道平行，所以在一般情况下中国古代更偏重于使用赤道坐标系。

【表】

每个物体在阳光的照耀下会投射出影子，并且随着太阳在天空中的移动，影子的方向和长短都在不断地变化。古人通过长期的观察与积累，发现这种变化包含了两个周期，一个是以一昼夜为单位的短周期，一个是以春夏秋冬为单位，与开花结果等物候现象合拍的长周期。大约在4 000多年前，出现了迄今为止所知道的最古老的天文仪器——表。表的产生，便于更准确地判断影子的方向和长短。显然这个表不是指钟表、仪表的表，但是前者和后者之间确实存在着必然的联系。

表，就是直立于地面的竿子。太阳下，有竿便有影，这大概就是"立竿见影"这个成语的原始含义。古书中的竿、槷、臬、髀、碑、椑等词，都是表的其他名称。

表的结构虽然简单，功能却不少。表的最初用途是确定方向。太阳并不是每天都从正东方升起正西方落下。以北

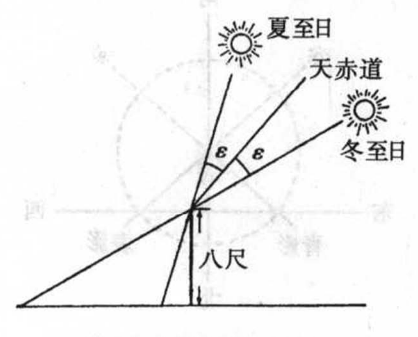


利用表来判断方向

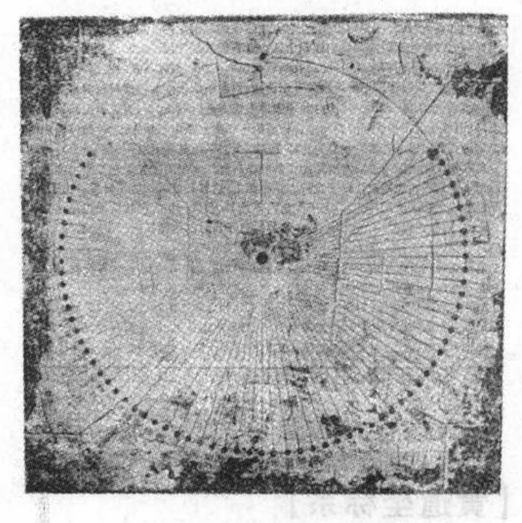
京地区（地理纬度40°00′）为例，冬至日的时候，太阳于东偏南31°左右升起，于西偏南31°左右落下，远离东点西点。每年只有在3月21日（春分日）和9月23日（秋分日）前后，才可以说太阳真正是“东升西落”。那么凭表影怎样来确定方向呢？古代以表立处为圆心作一个任意圆，然后连接日出日没时表影与圆周相交的两点，便得到正东正西方向，并由东西而知南北。为了提高测量精度，也可多划几个任意圆，取多次平均值。不过，日出日没时的表影常常比较模糊，即使多次测量，也难免会有较大误差。如果采用上午或下午两次等长的表影，取其端点的连线，一样可获知东西方向。元代天文学家郭守敬的定向仪器“正方案”正是利用这一原理设计的。

除了确定方位外，表还有两个重要功能，其一是利用一天中表影方向的变化来判断时刻，其二是利用一年中正午表影长短的变化来判断冬至日和夏至日。第一个功能的延伸是，表再加上一个刻有放射状时刻线的圆形石盘，就演变成了日晷。而第二个功能发展的结果，又导致了圭表的产生，圭表是中国古代必不可少的天文仪器之一。本节重点介绍圭表，日晷将留待计时仪器部分讲述。

在冬天，太阳光比夏天时更倾斜，



利用表来判断冬至和夏至



内蒙出土秦汉石刻日晷

因而表影相对夏天更长，换句话说，正午时的表影最长或最短的那一天，太阳恰好处于最南或最北的极限位置。这两天分别叫做冬至日和夏至日。经验告诉人们，当太阳离开最南端，开始向北方移动时，天气逐渐变暖，万物陆续复苏，意味着饥荒将要过去。同样地，当太阳离开最北端，开始向南方移动时，天气逐渐变冷，万物陆续凋零，意味着要赶紧贮存过冬食品，所以冬至日和夏至日在古人心目中显得尤为重要，通过表影来测算冬至日和夏至日就成为中国古天文中最基本的内容之一。

中国绝大部分地区的纬度高于北回归线（即23.5°），正午时的表影总是在表的正北方向。把一块有刻度的平板，紧接表基处朝北水平放置，便可直接读出正午时表影的长度。本来“圭”字，仅指片状玉器，由于圭曾作为测量土地的标准尺子广泛使用过，后来转而把测量影长的工具也叫做圭，圭和表的结合就称为圭表。

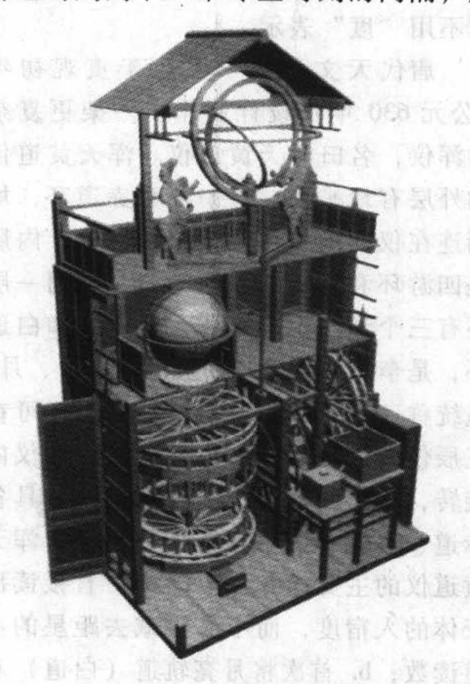
表身是否垂直，圭面是否水平，都会影响表影的长度，所以汉代时人们就

知道，借助悬物来校正表的垂直，借助水槽来校正圭的水平。另外，为了克服光线漫射引起的表影端线模糊不清给测量造成的困难，沈括于宋熙宁七年（公元1074年）提出了两项改进：一是将圭表置于一个仅顶部有一条缝隙的密室，由于密室内尘埃较少，射入的日光又较细窄，可削弱漫射的影响。明、清两代都采纳了沈括的建议，据说，现存北京古观象台的叫做“晷影室”的房舍，就是当年的密室。二是在表影中再立一个副表，副表较短，观测时，使两表影端重合，增加其浓度，便于更准确地测量影长。

元代郭守敬对圭表做出了重大的改进。首先他创立了高表，传统表长为八尺，而郭守敬的高表高到40尺，显示了他对误差的正确理解。因为现代误差理论认为：相同的测量误差对较长的表影来说，所占比例较小，影响因而较小。后人追循郭守敬，争先设立高表。明代邢云路曾竖立起60尺高的木表，即使不是世界之最，也可以算中国之最了。邢云路的这一措施确实有效，他所测定回归年长度为365.24219日，是当时世界上最精密的数据，每年的误差仅为2.3秒。郭守敬发明的景符，利用光学中小孔成像的原理，使影长测量准确到两毫米之内。

【浑仪】

据推测，浑仪的起源早于西汉。不过，就我们现在所知，直到《隋书·天文志》才第一次记载了浑仪的详细结构，原物早已不存，设计者为东晋时前赵人孔挺。孔挺浑仪由四环一管组成：赤道环平行于天赤道，地平环平行于地平面，子午环连接南北天极，这三个环都是固定的。四游环，相当于赤经环，是活动的，可绕贯通南北天极的极轴旋转。与四游环共面的是一个供观测用的方柱形管子，叫“衡”，又叫“窥管”，窥管也是活动的，可绕四游环圆心旋转。结构原理十分清楚，窥管可以同时参与两种互相垂直的运动，赤经方向和赤纬方向，说明窥管能够对准天球上任何一个位置的天体。因此，天体的去极度能从四游环上直接读出，天体的入宿度等于天体和它西边第一颗距星的赤经差。除了赤道坐标，孔挺浑仪还备有地平坐标系统。需要说明的是，赤道环上的刻度不是现代的360等分，而是365.25，即365格再加上1/4格。这种不整分的传统，曾令很多人奇怪和不解，其实这是有来历的。古代天文学家用圭表测量冬至时刻到下一个冬至时刻的间隔，连



苏颂水运天象仪复原图



假天仪

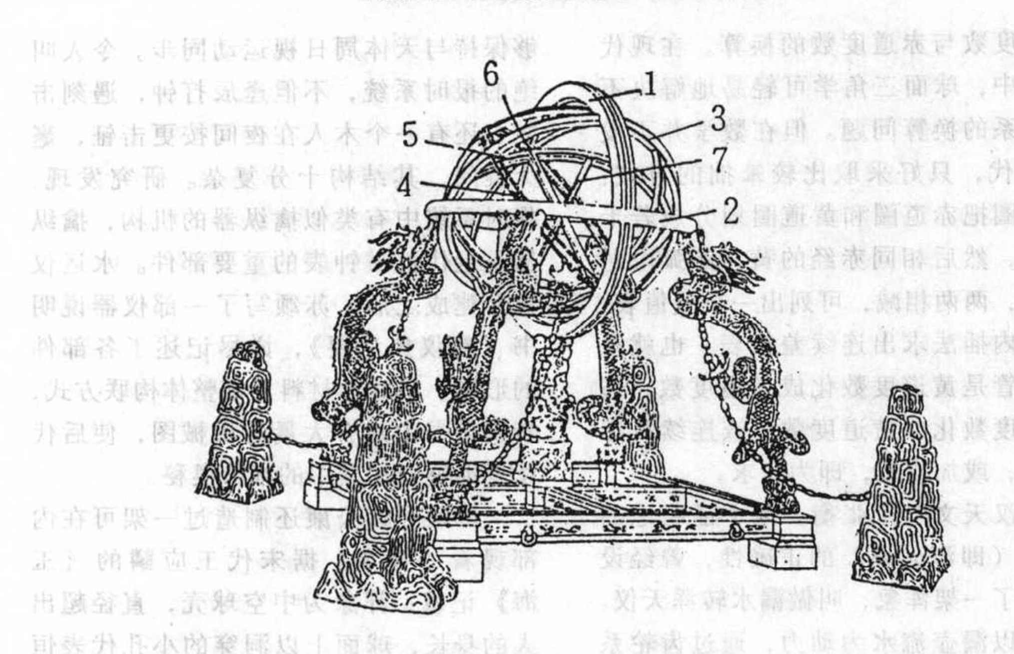
续记录几年，取其平均，就得到回归年长度（古称岁实）。春秋战国时期确定的回归年长度正是365.25日，如果按此数划分圆周，太阳便一天移动一格，一年正好转一整圈，可见其用意在此。秦以后，直到西方天文学传入以前，赤道环一周等于365.25度就作为传统保留了下来，尽管后来回归年的长度不断改进，不断精确。本书为了区别于中国传统的“度”，凡遇西制角度单位“°”时，一律不用“度”表示。

唐代天文学家李淳风于贞观初年（公元630年）设计制作了一架更复杂的浑仪，名曰浑天黄道仪。浑天黄道仪的外层有地平环、子午环和赤道环，均固连在仪器的基座上，叫六合仪。内层是四游环和窥管，叫四游仪。中间一层还有三个环——黄道环、赤道环和白道环，是李淳风自己的创造。古代日、月、星统称三辰，故名三辰仪。四游仪可在三辰仪内旋转，三辰仪又可在六合仪内旋转，整个仪器多达七个环，同时具备赤道、黄道、地平三套坐标系统。浑天黄道仪的主要优点在于：a. 可直接读出天体的入宿度，而不必再减去距星的赤道读数；b. 首次将月亮轨道（白道）和太阳轨道（黄道）区分开来，可直接测量月亮在白道上的位置。虽然浑天黄道仪一直闲置宫中未投入使用，却以其功能齐备而成为后世的典范。

北宋时期的浑仪数量多，工艺精，并刻意提高观测精度。比如改进窥管、校正极轴以及注意仪器的安装等等，带动宋代的天文研究达到一个空前的高水平。因为环与环重叠交错，给窥管造成许多盲点，又因为月亮的位置可通过赤道坐标或黄道坐标读出，故宋代浑仪大多取消了白道环，精简了结构。宋室南迁后，北宋的精良仪器都被金朝人移往燕京（今北京）。明初时幸存的几件连同其他元代天文仪器又移往应天府（今南京）。后来，明成祖迁都时，按1：1比例复制了全套。现在，南京紫金山天文台上还完好地保存着一件于明正统四年（公元1439年）仿制的宋代浑仪，原宋代浑仪已毁。

若想增加浑仪的观测功能，就需要适当地添环，然而环数太多，又给观测带来许多不便，顾此失彼，这是一对不好解决的矛盾。李淳风以后，历代浑仪制造家做了很多尝试，或减环，或移位，或替代，却始终没有得到最满意的构思。

直到元代至元十三年（公元1276年），郭守敬设计出了简仪，才把浑仪从繁复的环套环结构中解放出来。简仪，实际上是由两套独立仪器组成，即赤道经纬仪和地平经纬仪。赤道经纬仪不但放弃了白道环，也放弃了黄道环，只保留了原浑仪中的赤道环、地平环和四游环，并且赤道环和地平环不再充当支撑四游环的外层结构，而被移至四游环的南端，这样在四游环的上方，除了北天极附近有个用于校正极轴的候极环外，没有其他的遮蔽物。地平经纬仪，当时



1. 四游仪 2. 天轴 3. 北天极 4. 天元子午圈 5. 天常赤道圈 6. 窥管 7. 地平圈

明代浑仪图解

又叫立运仪，包括阴纬环和立运环。阴纬环相当于地平环，固定不动。立运环相当于四游环，可绕垂直于阴纬环并通过其中心的轴旋转。立运仪是中国第一架能同时测量方位和地平高度的天文仪器。过去的浑仪，虽然附设地平环，但都缺少能以天顶为轴旋转的环，而没有这种环，就无法指示地平坐标。简仪的另一个成就是提高了刻度划分的精度。元以前，仪器的最小刻度为1/4度，简仪却是1/10度，估读可达1/20度。

原制简仪被毁于清初，现存只有明正统四年（公元1439年）的仿制品，也在南京紫金山天文台。在简仪的下方，本来应该安装郭守敬设计的用于校正方向的正方案，仿制品把它改装成了日晷。

郭守敬在仪器上的又一项创造是仰仪。仰仪专门用来测量太阳的赤经赤纬。浑仪不能直接测量太阳的位置，因为刺眼的阳光使窥管很难对准日面中心。仰仪的结构比较简单，一个开口向上的铜制中空半球，内侧刻有赤道坐标网，通过小孔使太阳成像于内侧，太阳的赤经赤纬便一目了然。仰仪的外貌有别于中国传统的天文仪器，显得独具一格。

总的来说，浑仪的设计水平在郭守敬时代已经到达巅峰，无论是布局的合理性还是细节的完善化均是如此，郭守敬之后，再无超越。

【浑象】

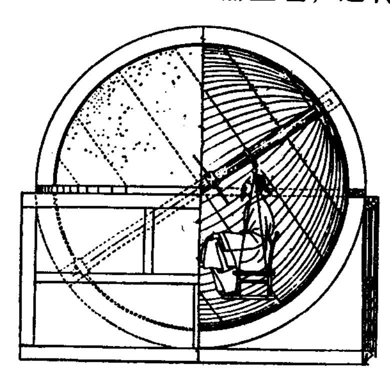
浑象的基本结构是一个球体，球面上标出全天可见的恒星、地平圈、黄道圈和赤道圈等。作为演示仪器，球体可绕连接南极北极的极轴旋转，还有太阳、月亮和金、木、水、火、土五行星的活动标志，可方便地移动位置以模拟实际天象。浑象相当于现在的天球仪。

对于天文学家来说，浑象主要还用

于黄道度数与赤道度数的换算。在现代天文学中，球面三角学可轻易地解决不同坐标系的换算问题。但在数学并不发达的古代，只好采取比较笨拙的方式：用赤经圈把赤道圈和黄道圈划分成若干个弧段，然后相同赤经的黄、赤弧段对照比量，两两相减，可列出一个差值表，再利用内插法求出连续差值表。也就是说，不管是黄道度数化成赤道度数，还是赤道度数化成黄道度数，查连续黄赤差值表，或加或减，即为所求。

东汉天文学家张衡，为了证明他的宇宙观（即浑天说）的正确性，曾经设计制造了一架浑象，叫做漏水转浑天仪。该仪器以漏壶流水为动力，通过齿轮系统，带动浑象均匀地旋转。经过调整校对，可使其正好一天转一周，自动地吻合天象。

漏水转浑天仪对后世的仪象设计影响很大，唐、宋时代很多的天文学家都为完善张衡的工作做出了贡献。其中，最值得一提的是北宋苏颂、韩公廉制造的元祐浑天仪象，又称水运仪象台。仪象台包括浑仪、浑象和报时系统三部分，分别置于三层木结构建筑的顶部、中部和底部，像一座小型天文台。三个部分共用一套传动装置和漏壶组，运转时能够保持与天体周日视运动同步。令人叫绝的报时系统，不但逢辰打钟，遇刻击鼓，还有一个木人在夜间按更击钲，毫无疑问，其结构十分复杂。研究发现，报时系统中有类似擒纵器的机构，擒纵器是近代机械钟表的重要部件。水运仪象台建成之后，苏颂写了一部仪器说明书《新仪象法要》，详尽记述了各部件的形制、尺寸、材料及其整体构联方式，特别是书中附有大量的机械图，使后代读者能够窥探其中的细节奥秘。



自内向外观看的浑象

苏颂和韩公廉还制造过一架可在内部观看的浑象。据宋代王应麟的《玉海》记载：浑象为中空球壳，直径超出人的身长，球面上以洞穿的小孔代表恒星，观看人就坐在其中的悬吊椅上。随着球壳自左向右旋转，透过小孔的点点亮光，宛若夜间真实的星空，景象尤为逼真，与现代天文馆里的天象仪有异曲同工之妙。

自张衡以后，需要转动的仪器，大都靠漏壶带动，这一点比较好理解，因为在当时的条件下不可能找到比漏壶流水更稳定的动力。只是很自然地产生了一个疑问：仪器的转动是否仅仅依赖于漏壶。我们知道，漏壶的水量很小，所产生的压力也是极有限的，很难想像它能带动铜制的浑象，上述所介绍的苏颂水运仪象台的仪器就更难带动了。《隋书·耿询传》写道："询创意造浑天，不假人力，以水转之，施于阁室中。"表明耿询的浑天仪不借助人力而用水推动，这似乎意味着耿询以前的水运浑象不只靠水力，尚需人力。然而既有人力，又何需水力，何曰"水运"。古人关于这方面的详情鲜有记叙，我们无从知道真实情况。也许有兴趣的读者愿意去寻

找它的答案。

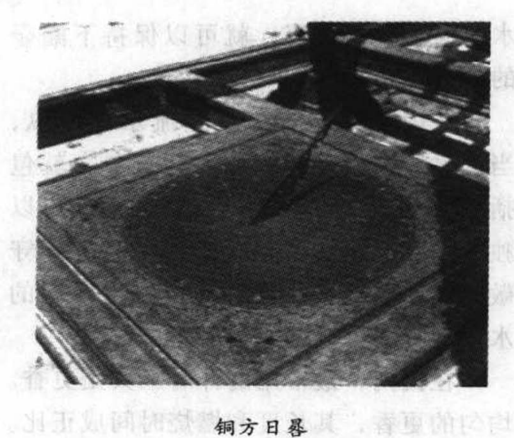
【计时仪器】

太阳每天早晨升起，傍晚落下，表影随之由偏西移到偏东，表影所在的方位可以提示时间，这是不言而喻的。生产的进步，生活节奏的加快，人们要求知道比较准确的时间，于是表就演变成了日晷。日晷包括一根晷针和以晷针为圆心的石质晷面，晷面刻有放射状方位线，根据针影与方位线的重合情况，就能知道时间。

在表过渡到日晷的最初阶段，晷面一般呈水平放置，叫做地平日晷。太阳的地平经度变化是不均匀的，这意味着地平日晷上的方位刻度，若等时就不等分，若等分就不等时。从使用角度看，既不方便，也不准确。赤道日晷有明显优于地平日晷之处。由于日晷面与天赤道平行，等时刻度线必定均分圆周。晷的两面都有刻度，向南一面用于春分以后，向北一面用于秋分以后。

漏刻是利用水量多少来计量时间的仪器。漏，指漏壶，刻，指刻箭。漏刻是全天候仪器，能弥补日晷的局限，是中国古代重要的计时器。

丰富的史料告诉我们有关漏刻发展的主要过程。漏刻最早只是一把底部有小孔的壶，人们通过壶中剩水来粗估时间。后来，借助一支刻有刻度的箭，立于水中，以水面淹过箭杆的高度计算时间。由于水的表面张力，在箭杆周围，形成一个向上的附着面，给读数带来不便，所以不久以后淹箭漏就让位于沉箭漏。沉箭漏的箭尾要有可浮的物体，如竹片或木片，使箭浮在水面上，箭头穿



铜方日晷

出壶盖。当箭杆随着水的流失而下降时，其与壶盖平面比齐的刻度，就是当时的时间。很明显，沉箭和淹箭的刻度顺序应该相反。

根据流体力学原理，水流速度与水面高度有关，单纯靠一把漏壶计时，势必影响计时的稳定性。如果不断添水，使漏壶水面不降低，再用一个容器收集漏壶均匀流出的水，将可浮箭放于该容器中，观察箭浮起的高度也可以知道时间，这就是浮箭漏。然而，人工添水总存在间隔，添水前后，水面高度仍不免有变化。古人意识到这一点，解决的办法也很绝：用另一把漏壶来补充水量，而且为了使这把壶能均匀补水，再加入第三把壶。于是东汉出现了二级漏壶，晋代出现了三级漏壶，唐代出现了四级漏壶。渴马，就是虹吸管。用渴马引水，适于任何容器。特制的漏壶不再是必需的，但有渴马的计时器亦沿用“漏壶”之名。

保持漏壶的水面高度不变，多级漏壶不是惟一的办法。宋代的燕肃另辟蹊径，设计了有分水口的漏壶，叫做莲花漏。莲花漏只有两级漏壶，下漏壶侧面有一个分水管，只要上漏壶注入下漏壶的水量超过下漏壶排出的水量，高出分

水口的水必然分流，就可以保持下漏壶的水面稳定。

水运浑象既然受漏壶流水的操纵，当然也能够反映时间，水运仪象台就包括报时系统。其实，报时系统完全可以独立出来，不必与其他仪器联动，郭守敬就设计制造过一个称为大明殿灯漏的水力计时器。

在民间，最常用的计时工具是更香。均匀的更香，其长度和燃烧时间成正比。由于空气流动，湿度变化，更香的精度不会太高，但已能满足百姓的生活需要。

在军队中常用一种叫做辊弹的计时工具。其原理大致为：重量相同的铜球，从相同的高度，沿竹管滚下，所需时间相同，若干个铜球交替滚下，以次数计时。辊弹体积不大，便于携带，又不受天气影响，尤其适用于行军打仗。

现在已知，从西汉开始，就实行一天12个时辰的制度。每个时辰都有名称，即子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥十二地支。时辰的实质为时段而非时刻，比如，子时相当于现在的23：00到1：00之间的两个小时，丑时相当于1：00到3：00，寅时相当于3：00到5：00，依此类推。南北朝以后，每个时辰又细分为初、正两部分，比如，子初指23：00到0：00之间的一个小时，子正为0：0到1：00，便携式赤道日晷就是按初正分为24个时段，与现今时刻制度不谋而合，“小时”之称也由此而来。

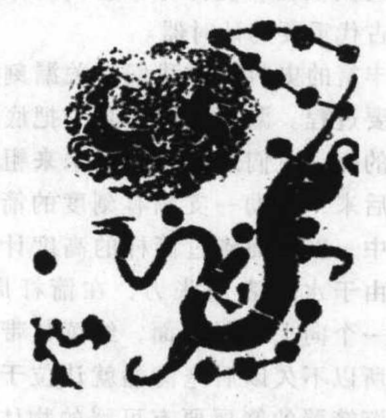
【恒星】

据统计，在流传至今的先秦著作中，散记着大约200多颗恒星。考虑到它们都不是天文专著，推测当时已命名的恒星应该不止这个数目。司马迁的《史记·天官书》是最早记载星数的专著，包括恒星500多颗。东汉初年写成《汉书·天文志》，又增加了200多，达783颗。东汉天文学家张衡获得的星数大大超过了以往所知，共计2500颗。可惜张衡的天文著作所剩无几，他制造的浑象也没有保存下来，所以后人只知他观测的星数，而不知具体的星名和位置。

春秋战国以后，流行占星术，著名的占星家有石申、甘德和巫咸等。这些占星家一般亲自观测，然而出于占星的目的，他们只对一部分星感兴趣，所以哪一家都没有全面地描述过星空。三国时吴国的陈卓，归纳了石申、甘德、巫咸的工作，并同存异，统计出1464颗恒星。这个星数一直沿用到清代，只是个别时候有一两颗的出入。

【三垣二十八宿】

恒星的位置并不“恒定”，只不过因为距离地球非常遥远，它们的位置变化，几百年甚至更长的时间都很难察觉出来。于是，古人在探索太阳、月亮和



北斗与二十八宿苍龙星座

五大行星的运动规律时，顺理成章地把“恒定”的星空背景作为坐标参照系。

人们要建立这个参照系，必须明确恒星分布的特征。通常是把恒星划分成若干个星群，叫做星官，类似现在所说的星座。每个星官的星数不同，少则一颗，多则几十颗，根据它们组成的形状，被赋予相似物的名称，比如，“杵”三星和“臼”四星，与实物极为相像。

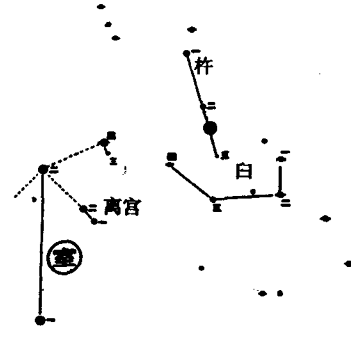
有了名称的星官易于记忆，但中国的星官的数目太多，陈卓总结的1464颗星就分属于283个星官，仍然不便于辨认，这就需要更高一层次的划分。《史记·天官书》曾把可见星空分成五大天区，叫五宫。中宫是指北极附近的星空，除中宫以外的天空，以春分那一天黄昏时的观测为准，按东、西、南、北分为四宫，每宫又派生出七宿，共二十八宿，所有星官包括在中宫和二十八宿中，成为大单位下的小单位。虽然司马迁以后，星官数、星数都有很大变化，但基本框架已经成形。下面的表格是以陈卓星表统计的。

四象	宫名	宿　名	星官数	星数
苍龙	东宫	角亢氐房心尾箕	46	186
玄武	北宫	斗牛女虚危室壁	65	408
白虎	西宫	奎娄胃昴毕觜参	54	297
朱鸟	南宫	井鬼柳星张翼轸	42	245

当太阳出现时，由于地球表面大气的散射作用，它的明亮遮掩住所有的恒星，使人无法判断其位置。古人注意到，月相实质上显示了月亮和太阳的位置关系。比如，满月时，太阳与月亮相对，太阳西面落下的同时，月亮从东面升起；上弦月时，太阳与月亮相差90°，太阳落下时，月亮应当在头顶上方。观测月亮在恒星中的位置，可以倒推太阳的位置，所以，中国古代很重视研究月亮的运行规律。

二十八宿是怎样形成的？为什么偏是二十八而不是其他的数目？古印度也有过用28份划分黄赤道天区的历史，称为28个月站。而“宿”字与“月站”具有相同的含义，二十八宿的本义应该是月亮运行中的二十八个宿营地。事实上，月亮的恒星周期为27.32日，假设月亮每天走一宿，不能说不符合推测。然而，中国二十八宿的距度值是不等的，大的达33°，小的只有1°，这种不等的规定显然有违于月站的含义。不过，在先秦文献中可以发现二十八宿等间距分法的痕迹。究竟是什么导致了二十八宿不等间距的情况，始终是一个谜。

中宫后来又分成三个区，即紫微垣、太微垣和天市垣。垣，就是墙的意思。由于这三个天区都有像围墙一样的星官，



杵和臼

天区		星官数	星数
中宫	紫微垣	37	163
	太微垣	20	78
	天市垣	19	87

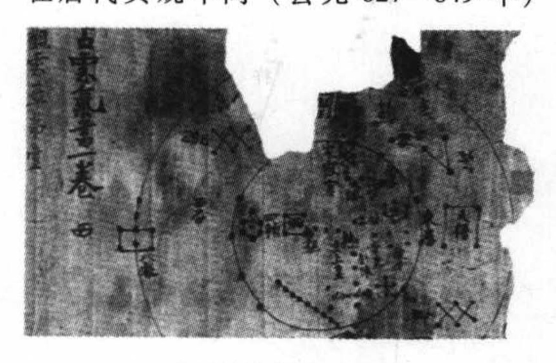
所以这样命名。

将全天星空分配于三垣二十八宿，从《史记·天官书》就开始了，但三垣和二十八宿的划分不是一次完成的，直到唐代的天文启蒙读物《丹元子步天歌》，才第一次较全面地以三垣二十八宿概括全天可见星空。

【星表与星图】

专门记录恒星位置的书叫星表。中国已知最早的星表保存在《开元占经》里。《开元占经》是唐代著作，而它收录的这份星表是战国时的石申及其门徒所测，共有121颗星。

恒星位置的测量是中国古代天文学家的常规工作。作为衡量其他恒星的标准恒星，各个星官距星的入宿度和去极度，就成了每次测量的重点。作为天文观测坐标的二十八宿的方位，历代天文学家更重视对它进行精密测定。李淳风在唐代贞观年间（公元627—649年）

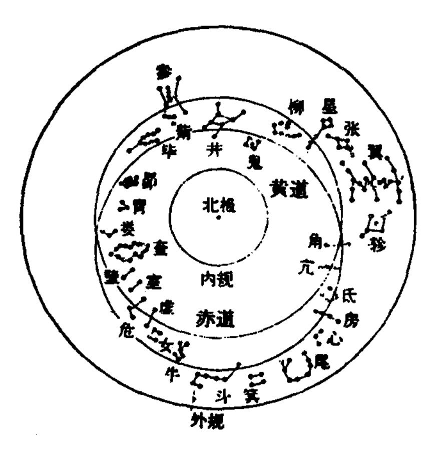


敦煌卷子紫微垣星图

的观测，发现了二十八宿的距度值与前代不同，但出于某种顾虑，他仍然使用汉代太初历的数据。100多年后，一行遇到同样的问题，他没有怀疑自己的测量结果，果断地采用了新数据。宋皇祐年间（公元1049—1054年）的观测，记录下345个星官距星的入宿度和去极度，是清初西方星表引入以前现存星数最多的星表。宋代姚舜辅为了编纂《纪元历》，于崇宁年间（公元1102—1106年）进行了一次观测，这次观测精度很高，测量误差只有0.15°，二十八宿距度被再次更新。元代郭守敬既精于仪器制造又精于天体测量，他的观测精度较之姚舜辅又提高了一步：二十八宿距度的平均测量误差小于0.1°。

陈卓之后，各代天文学家对1464颗星以外的其他星都不予重视，而郭守敬对这些无名星进行了系统的观测，并编入了星表。很遗憾，他的星表长期失传。直至近10年，才有人从北京图书馆善本书库明抄本《天文汇钞》中，查出书名为《三垣列舍入宿去极集》的书，未署作者名。经研究确认为郭守敬星表。与郭守敬同时代的赵友钦创造了恒星观测的新方法，即利用上中天的时间差来求恒星的赤经差，与现代的子午观测原理完全一致。

南北朝时，祖冲之的儿子祖暅发现北极星并不在北天极，而是离北天极有一度多的角距离。600年以后的沈括则



东汉星图

测为三度多，沈括把这两数的差异，归咎于祖暅的观测不够准确。

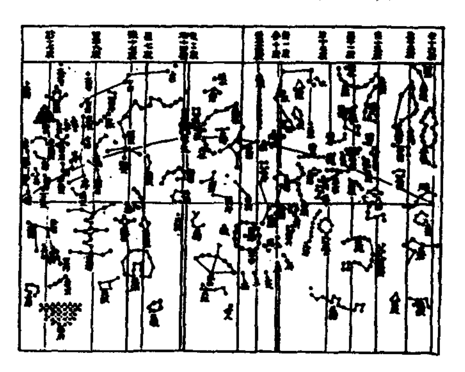
其实，不管是二十八宿距度的变化，还是北极星的偏极，都是岁差造成的。虽然古代天文学家已发现这种现象，而且不厌其烦地修正、观测、再修正，但是没有人对此作出任何解释，没有人去探究发生这种变化的真正原因。

星图，是恒星位置的形象记录。中国古代星图大致上有两种，一种是示意性星图，常常绘制在古代建筑物或墓穴内壁上，如五代吴越国文穆王钱元瓘墓室的顶部和汉代武梁祠的石碑上都刻画有星象。这种星图只起装饰作用，所以比较粗糙、简略，根本谈不上准确性。星象也往往是不全的，有的只是部分天区，甚至一两个星官。另一种星图则是为天文学家所用，为查找和计算恒星位置而绘制。所以这种星图准确性高，记录的星象比较完整。但从已知星图看，第二种星图远远少于第一种，而且唐代以前的几乎没有。

东汉蔡邕的《月令章句》记叙了汉代星图的大致结构，根据这段文字可复原当时的天文星图。该星图是圆形的，以北天极为中心，向外三层红色同心圆分别为内规、赤道和外规。内规相当于北纬55°的赤纬圈，表示内规以内的天区，总在地平线以上，全年都可看到。外规相当于南纬55°的赤纬圈，表示外规以外的天区，总在地平线以下，全年看不到。从内规外规的度数分析，此星图曾用于中原地区。

天球是三维体。但中国古代还没有掌握把它投影到二维平面上的技术。在图中，与北天极不等距的黄道应该是一个椭圆形，却被画成正圆形。在绘有赤道以南星象的圆形星图中，这种变形更为明显。大约在隋代，出现了一种用直角坐标投影的长条星图，称为横图。在横图上，虽然赤道附近的星象接近真实，天极周围的星象又发生歪曲。解决这个问题的最好办法就是分别绘制：用横图表现赤道附近的星象，用圆图表现天极附近的星象，宋代苏颂所绘的一套星图正是采用这种手法的代表作。这套星图出自苏颂的《新仪象法要》，图中所标二十八宿距度值，与他在元丰年间（公元1078—1085年）的观测记录相同，说明此星图是他根据实际观测绘制的。

清代的星图，把天区扩展到南极附近，其与陈卓星表相合的有277个星官1319颗星，另外新设23个星官130颗



苏颂横图

星。新增加的星中，绝大部分在中国看不到，是根据西方星表补充进来的。

【天文导航】

在茫茫大海上航行，周围没有任何带特征的景物，怎样判断船体所在的位置？现代导航技术发明之前，只能靠观测星象。

《淮南子·齐俗训》说："夫乘舟而惑者，不知东西，见斗极则寤矣。"是说在大海之中航行分辨不清方向时，可凭北斗星来辨明。这是中国最早的航海天文记载，它表明早在汉初时，天文导航的技术已普遍使用了。

宋代朱彧在《萍洲可谈》里写道："舟师识地理，夜则观星，昼则观日，阴晦则观指南针。"然而观察太阳和指南针，充其量只能判断行船方向，却不可能知道地理经纬度。

明代郑和下西洋，途经南海、马六甲海峡，到达印度洋西岸，《郑和航海图》以图的形式描述了郑和航海的全过程。我们从图中得知，不同的定位方法用于三个阶段，第一个阶段从苏州到印度尼西亚苏门答腊岛的北端，由于船队右傍海岸近海航行，所以仅用指南针就可定位。第二个阶段从苏门答腊往西到锡兰（今斯里兰卡），船队一直西去，纬度变化不大，加上距离不算太远，故以指南针为主，星象观测为辅。第三个阶段从锡兰到非洲东海岸，横穿印度洋，船向稍有偏离，就会远离目的地，这时候只能完全靠星象定位了。《郑和航海图》还有一组附图，叫《过洋牵星图》。图中详细标出了船队穿越印度洋时，所见星的方位和地平高度。

在指南针没有用于航海以前，靠日、月、星辰的出没来判断方位。至于地平高度，由于船体随海浪颠簸起伏，不能使用必须水平放置的地平经纬仪，所以船员一般用手掌或手指比量。当然，这种方法是很粗糙的。

【日月食】

太阳和月亮是天上最重要的星体，人们白天依靠太阳、晚上依靠月亮所提供的光亮活动和生存。正因为这样，人们才特别重视对太阳、月亮的观测。人们早就注意到，太阳或月亮有时光亮会突然消失，人们不懂得消失的原因，如果一旦消失了不再复明，将给人类带来多大的灾难！这不能不引起人们的恐慌。正是由于这个原因，中国很早就注意对日食和月食的观测，记录它们被食的日期、时刻，被掩盖面积的大小，采取救护太阳和月亮的办法，探索发生日食、月食的原因。有史可查的我国最早的日食记录出现在一块殷代的甲骨上，经过人们的考证，这次日食发生在公元前1217年5月26日，这是人类历史上关于日食的最早的可靠记录。关于月食的记录比这个时间还要早，甲骨上就记载有公元前14至13世纪发生的五次月食。

中国古代的天文学家对于日月食的观测十分勤奋，记录也十分丰富，并且保持着记录的长期连续性。例如，在《春秋》这部编年史中，就记载了由公元前770年到公元前476年294年中的37次日食，据考证，绝大多数记载都是可靠的。此后，自公元3世纪开始的日食记录和自5世纪开始的月食记录，都一直持续到近代。

【黑子】

对太阳研究的另一个方面，是从事太阳本身变化的观测。中国古代天文学家对太阳变化的观测十分仔细，在公元前就观测到太阳表面发生的黑子、日珥、日冕等现象。其中尤以黑子的记录最有价值。

据现代研究得知，日珥是从太阳色球层升腾而起的火焰，是一种气体。古人看到了这种现象，将其命名为日珥，意为太阳的耳饰，即太阳圆面边上多余出来的像人的耳饰的东西。中国最早的日珥记录同样出现在甲骨卜辞上，称之为“三臽食日”。三臽即为三个火臽之义。

太阳黑子即在太阳表面出现的黑色斑点，它是太阳表面上出现的一种风暴。由于风暴的温度比它附近的日面低，故光芒就显得暗一些。现今世界公认的关于太阳黑子最早记录是中国西汉成帝河平元年（公元前 28 年），《后汉书·五行志》说：“成帝河平元年三月乙未，日出黄，有黑气，大如钱，居日中央。”关于黑子一名，最早出现在西晋初年（公元 268 年）的一条记载中。

古人对黑子记载得较为详细，有出现日期、部位和形状。由于黑子是太阳上的风暴形成的，所以出现的时间一般都比较短。肉眼所见黑子，大多是较大的黑子，据古代记载，常有达数日甚至 10 日才消失的现象。古人对黑子的形状观测得特别精细，将它描写成为如桃、如李、如钱、如瓜、如卵、如枣、如人、如飞燕等。黑子还常常成群出现。据现代研究，太阳自身也在不停地自西向东旋转，天文学家把首先出现在太阳圆面西部的黑子称为前导黑子，在太阳东面的称为后随黑子。前导黑子常呈圆形，比较暗。而后随黑子较大且颜色较淡，不一定呈圆形。现代天文学家常把黑子分为圆形、椭圆形和不规则形三类。古人比喻为桃、李、钱之类的为圆形，比喻为瓜、卵、枣之类的为椭圆形，比喻为人、鸟之类的为不规则形。黑子又往往南北成对出现，称为双极黑子，椭圆形的可能是双极黑子。不规则黑子往往是黑子群。

据统计研究，太阳黑子的出现周期平均为 11.33 年，这正与古代的记录资料相一致。我国古代太阳黑子的记录是一份十分珍贵的天文学遗产，对于研究太阳物理以及日地关系、气候变迁和天气预报，都有着重要的参考价值。

【流星雨和陨石】

夜晚仰望天空，常常会看到一道白光一划而过，这就是流星。零星的流星经常有，不足为怪。但是，有时偶尔会看到流星像雨点一样多，并且均从天空某一个共同点辐射出来，这就是流星雨。据现代研究发现，流星或流星雨均是运行在太阳系空间的物质小块，当它们闯进地球大气层时，因与大气摩擦燃烧而发光。如果没有烧尽而落到地面，便成为陨石。如果有许多块同时落到地面，便成为流星雨。

并不是任何一天都能遇上流星雨，只有当地球穿过流星雨带时，才会有流星雨产生。形成流星雨的细小物质，大多由彗星和行星瓦解后散落在太阳系空间而形成。当流星雨发生时，从地面看

去，好像都是从天空中一个共同点发出来的，这个共同点称之为辐射点。天琴座流星群，狮子座流星群，都是著名的流星群。

中国关于流星雨的记载也很多，例如，《竹书纪年》记载："帝禹夏后氏八年雨金于夏邑"，就是公元前2133年降落在河南省的一场流星雨，这也是世界上最早的关于流星雨的记录，以后记录不断，古人常用"星陨如雨"、"流星如织"来描写。

陨星降落到地面的现象也是经常发生的，陨星降落到地面，便成为天外来客。陨石有两种，一种是铁质，一种是石质，明末科学家宋应星说过："星坠为石。"宋代科学家沈括在公元1064年一个晚上曾考察三次陨石爆炸，并在《梦溪笔谈》中详细记载坠落在宜兴许氏园中的陨石："远近皆见火光赫然照天，许氏藩篱皆为所焚。是时火息，视地中，只有一窍如杯大，极深。下视之，星在其中，荧荧然，良久渐暗，尚热不可近。又久之，发其窍深三尺余，乃得一石，犹热，其大如拳，一头微锐，色如铁，重亦如之。"

【彗星】

《春秋经》上记载："鲁文公十四年（公元前613年）秋七月，有星孛于北斗。"星孛［bó 勃］，就是彗星，这是世界上关于哈雷彗星的最早记录。哈雷彗星平均每76年多回归一次。从秦始皇七年（公元前240年）到清代宣统二年（公元1910年），间隔2149年，哈雷彗星回归29次，每一次中国都有详细的记录。近代西方天文学家欣德（J. R. Hind）曾利用这些连续的观测数据来推算哈雷彗星的轨道，发现轨道面倾角在逐渐变小，汉代为170°，到19世纪中叶已减至162°了。这项发现引起了天文学界的重视。美国加利福尼亚大学的布朗迪（Brady）博士于1972年发表过一篇论文，论证太阳系存在着第10颗行星，证据是哈雷彗星的轨道变化是这颗行星长期摄动的结果。布朗迪还预言了行星的位置，但英国的格林威治天文台和美国的里克天文台都没有在预言位置上发现它。


十有四年春王正月公至自晉……邾人伐我
南鄙叔彭生帥師伐邾夏五月乙亥齊侯潘卒
六月公會宋公陳侯衛侯
鄭伯許男曹伯晉趙盾癸酉同盟于新城
秋七月有星孛入于北斗
公至自會晉人納捷菑于邾弗
克納
九月甲申公孫敖卒于齊
齊公子商人弒其君舍
宋子哀來奔冬單伯

《春秋》中关于哈雷彗星的记载

彗星是太阳系里的成员，其轨道有三种类型：椭圆、抛物线和双曲线。具有后两种轨道类型的彗星在绕太阳转一个弯后就一去不复返了。只有在椭圆轨道上运动的彗星才会回归，称为周期彗星，哈雷彗星就是周期彗星。由于彗星的椭圆形轨道偏心率较大，有的接近于1，因此只有当彗星行至近日点附近时，才有可能用肉眼看到。彗星的结构也很特殊，彗头的中央部分密集而明亮，叫彗核。周围是彗核蒸发出来的雾状物，叫彗发。在太阳风和太阳光压的作用下，

彗发向相反方向延伸，形成一条或几条光带，叫彗尾。离太阳越近，压力越大，彗尾就越长。于是，彗星在接近和离开近日点的过程中，会呈现出各种各样的形态。再加上每颗彗星的彗核大小、彗发多寡都不一样，所以仅用一两幅示意图，无法描述所有的形态。

正是因为彗星形态的多样化，古人便以为它们是不同类的天体而分别命名。对于彗尾长且直的彗星，叫扫星或彗星，实际上“彗”字就是扫帚的意思。对于彗尾稍短略有弯曲的彗星，叫孛星或拂星。彗星呈钩状的，叫蚩尤之旗。有几条彗尾的彗星，很罕见，叫五残、狱汉或昭明。

《晋书·天文志》关于彗尾现象有一段话：“彗体无光，傅日而为光，故夕见则东指，晨见则西指。在日南北皆随日光而指，顿挫其芒，或长或短。”明确指出太阳与彗尾方向的关系。如果没有多次观测作基础，很难提出这种见解。

彗星还有分裂现象，虽然很少，但中国古籍中也有记载。《新唐书·天文志》里写道：“唐乾宁三年十月，有客星三，一大二小，在虚、危间，乍合乍离，相随东行，状如斗。经三日，而二小星没。其大星后没虚、危。”客星，在这里指彗星。这段话描述的是已经分裂成三部分的彗星在虚宿和危宿之间出没的情形。

【变星】

中国古代天文学家强调观测恒星的位置，却不重视恒星亮度的定量化，一些描述，如明大、光润、光芒小等，概念很模糊，理解上因人而异。只有变星，而且是亮度变幅在可见和不可见之间的变星，才会引起天文学家的注意而被记录下来。

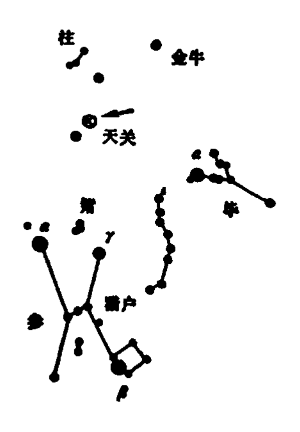
《史记·天官书》里记载：“有句圜十五星属杓，曰贱人之牢。其牢中星实则囚多，虚则开出。”后两句很重要，意思是如果“牢”里星比较满则囚犯就多，“牢”里星稀将赦免囚犯。有时星多，有时星少，说明有些恒星的亮度在变化。当它们变成六等以上的星时就为人们所见，反之，就好像消失了。司马迁所说的贱人之牢，就是后来的七公星官和贯索星官，对照现代星图，这部分天区相当于北冕座。北冕座确实有三颗变星，北冕座 α、北冕座 T 和北冕座 R，亮度变幅分别为 2^{m}—$9.^{m}5$、$5.^{m}8$—$12.^{m}5$ 和 $6.^{m}1$—12^{m}，都变化在可见与不可见之间，证实了古人的观察是正确的。

关于恒星亮度变化的占文还有很多，在去伪存真之后，将成为不可多得的研究资料。

【新星和超新星】

新星和超新星都属于变星，是爆发型的变星。新星爆发时，其亮度几天之内可增加几千至几万倍，随后慢慢变暗，一般经过几年或几十年，还原到爆发前的亮度。超新星的爆发规模更大，亮度增加几千万甚至几亿倍。

中国古代有关新星的可靠记录有 50 多例，超新星有 10 多例。最早的超新星记录见于《后汉书·天文志》的记载：“中平二年（公元 185 年）十月癸亥，客星出南门中，大如半筵，五色喜怒，



天关客星位置图

稍小，至后年六月乃消。”“南门中”大致对应现代星图中的半人马座β星，在β星的东南不远处，已证实存在一个射电源，有极大的可能就是那颗“客星”的遗留物。

在寻找古代超新星与现代光学天体的对应关系上，1054年超新星是最先被证认的。据《宋会要》记载：“至和元年五月晨出东方，守天关，昼见如太白，芒角四出，色赤白，凡见二十三日。”至和元年五月，相当于公元1054年六七月间，天关星即金牛座ξ。这是当时司天监的观测记录。1731年，英国天文爱好者比维斯用小型望远镜在这个位置上发现一个椭圆形雾斑。1844年英国人W. P. 罗斯通过大型望远镜观察到它的纤维状结构，并根据其外观，命名为蟹状星云。1921年美国人邓肯研究两组相隔12年的照片，惊奇地发现蟹状星云在膨胀。1942年荷兰天文学家奥尔特（J. H. Oort）从星云的膨胀速度，反推出这些纤维状物质大约是900年前从一个密集点飞散出来的。经过很多天文学家的计算、分析，证实了蟹状星云就是1054年超新星爆发后的遗迹。1969年在蟹状星云中又发现一颗脉冲星。早在1934年，德国天文学家巴德（W. Baade）就曾在理论上预言过，超新星爆发后，其中心部分将坍缩，变成体积小、密度极高、快速旋转的中子星。这颗脉冲星所反映出来的物理特征与预言完全合拍。说明确实存在过一次超新星爆发，因而从另一个方面证实了蟹状星云形成的原因。中子星的发现，成为20世纪60年代天文学的四大发现之一。

中国古代关于奇异天象的大量记录，与世界上任何国家相比，都是最可靠的，最完整的，从数据角度来说，可用率最高。古代记录为现代科学研究服务，是当年占星家们绝对想不到的事情。将来，当科学进一步发展时，这些记录也许会显示出更高的价值。

【天文分野占】

在古人心目中，天是人格化的，天与人是要发生天人感应的。天下之大，东西南北，国域州郡很多，所谓吉凶，就不能一概而论。某一种异常天象的出现，不一定对应全世界，而只能对应于某国、某州或某郡。这个吉凶究竟发生于何地，都有一个对应关系，这种天区与地域对应的法则，便是分野理论。

有关分野的观念，起源很早。《周礼·春官·宗伯》就有“以星土辨九州之地”，以观“天下之妖祥”的记载。即已开始将天上不同的星宿，与地上不同的州、国一一对应起来。天上的分区，大致是以二十八宿配十二星次，地上则配以国家或地区。现以《汉书·地理志》为据加以对照：

《汉书·地理志》载天文地理分野表

地区	韩地	宋地	燕地	吴地	粤地	齐地	卫地	鲁地	赵地	魏地	秦地	周地	楚地
天区	角亢氐	房心	尾箕	斗	牛女	虚危	室壁	奎娄胃	昴毕	觜参	井鬼	柳星张	翼轸

《淮南子·天文训》所载与此类似。以上将天和地的对应关系分为13组，但与其他的分野资料进行对比可以得知，天地对应关系的分组，并没有一个固定的模式。《史记·天官书》又有如下的恒星分野：

> 秦之疆也，候在太白，占于狼弧；吴楚之疆，候在荧惑，占于鸟衡；燕齐之疆，候在辰星，占于虚危；宋郑之疆，候在岁星，占于房心；晋之疆，亦候在辰星，占于参阙。

这个分野只列出八个国家，除地域与恒星对应外，还记载了五星与国家的对应关系。

分野的思想，大约产生于春秋战国时代，所以地域有时称晋国，有时称赵魏，但仅限于中原地区。不过，秦汉统一以后，分野思想还在继续发展，这时的地理分区就不再是国家，而是12州。从13国经8国到12州，也许反映出分野思想的演变过程，由天上的二十八宿对应于地上的12州，正与一年四季中的12个月相对应，似乎更可以看到分野思想的成熟。

在天与地的对应关系建立以后，占星就有了一个基础。这样，当天上某个区域或星宿出现异常天象时，它所反映出的火灾、水灾、兵灾、瘟疫等，就有一个相应的地域可以预言。例如，《续汉书·天文志》就记载了汉明帝永平九年（公元66年）正月彗星出现及其应验的事例，这次彗星出现在牵牛宿，长八尺，彗尾通过建星，一直到达箕宿、心宿和房宿的南部，经过50余天才隐灭不见。以后，就发生广陵王荆和沈谅、楚王英和颜忠两件谋反的事，事情败露以后，都以自杀了结。这次彗星出现为什么会被认为应验在这两个王身上呢？这是由于牵牛宿的分野在吴、越，房、心的分野为宋，而广陵属吴地，彭城属宋地，所以应验在这两件事上面。

又例如，《三国志》记载在东汉桓帝时于宋楚分野的地方有黄星出现，当时有一个姓殷的占星家曾预言，50年以后，当有圣人出现在丰、沛这个地区，其锋芒将锐不可当。而50年以后，就有曹操破袁绍的大事，群雄没有可以与之匹敌的。曹操家在亳县，属宋地，故被认为应验了黄星出现于宋楚分野的瑞祥。

【日占和月占】

日占和月占是中国古代比较典型的星占，它们所涉及的范围很广，例如，太阳上出现黑子、日珥、日晕，太阳无光，二日重见等。另外，古人对日食的

发生也很重视，天文学家都在受命进行严密监视，日食出现的方位、在星空中的位置、食分的大小和日全食发生后周围的状况，都是人们所关注的大事。

《晋书·天文志》在记载日食与人间社会的关系时说："日为太阳之精，主生养恩德，人君之象也。""日食，阴侵阳，臣掩君之象，有亡国。"李淳风的《乙巳占》则说："天下太平，虽交而不能食。食即有凶，臣下纵权篡逆，兵革水旱之应兆。"

既然发生了日食，这便是凶险不祥的征兆，天子和大臣不能眼看着人们受灾殃，国家破败，故想出各种补救的措施，以便回转天心。天子要思过修德，大臣们要进行禳救活动。《乙巳占》记载的禳救的办法是这样的：当发生日食的时候，天子穿着素色的衣服，避居在偏殿里面，内外严格戒严。皇家的天文官员则在天文台上密切地监视太阳的变化。当看到了日食时，众人便敲鼓驱逐阴气。听到鼓声的大臣们，都裹着赤色的头巾，身佩宝剑，用以帮助阳气，使太阳恢复光明。有些较开明的皇帝还颁罪己诏，以表示思过修德。

月占的情况与日占大同小异，由于月食经常可以看到，故后人就较少加以重视了。不过，月食发生时，占星家比较看重月食发生在恒星间的方位，关注其分野所发生的变化。除掉月食占以外，还有五星等占卜。

【行星占】

行星占又称为五星占，因为除掉日月以外，在太阳系内肉眼所见能作有规律的周期运动的，就只有五大行星。由于中国古代五行思想十分流行，五星也就自然地与五行观念相附会，连五颗星的名字也与五行的名称一致。五星的星占在所有的星占中占有极重要的位置，自春秋战国至明代，五星一直都是占星家重要的占卜对象。

《开元占经》引《荆州占》说：

> 五星者，五行之精也。五帝之子，天之使者。行于列舍，以司无道之国。王者施恩布德，正直清虚，则五星顺度，出入应时，天下安宁，祸乱不生。人君无德，信奸佞，退忠良，远君子，近小人，则五星逆行、变色、出入不时……众妖所出，天下大乱，主死国灭，不可救也。余殃不尽，为饥、旱、疾疫。

行星占包括的范围极广，有行星的位置推算和预报，有行星的凌犯观测，有行星的颜色、大小、光芒、顺逆等的观测。

古人以为，五大行星各有各的特性，它们在天空的出现，各预示着一种社会治乱的情况。例如：木星为兴旺的星，故木星运行至某国所对应的方位该国就会得到天助，外人不能去征伐它，如果征伐它，必遭失败之祸；火星为贼星，它的出现，象征着动乱、贼盗、病丧、饥饿等，故火星运行到某国所对应的方位，该国人民就要遭灾殃；金星是兵马的象征，它所居之国象征着兵灾、人民流散和改朝换代；水星是杀伐之星，它所居之国必有杀伐战斗发生；土星是吉祥之星，土星所居之国必有所收获。故汉宣帝时，看到土星出东方，认为是吉兆，对中国有利，所以命令赵充国赶快

去征讨西羌。刘歆想反对王莽，发动政变时，还要等待选一个金星出东方的日子，终于错过了时机。

观看行星所处的方位，是占星家的重要工作。公元前637年晋惠公去世，秦国护送晋公子重耳返国夺取王位时，重耳问晋大夫董因是否会成功，董因说："岁在大梁，将集天行，元年始受，实沈之星也。实沈之虚，晋人是居，所以兴也。今君当之，无不济矣。"是说重耳继承王位时，正逢岁星处于实沈的星次。实沈正是晋人之星，是兴旺的象征，故重耳此时继承王位，没有不成功的道理。实沈对应于毕、觜、参等宿，正是晋之分野，故有此说。

占星家对五星凌犯也很重视，现仅举火星侵犯斗宿一例，以说明古人具体的占法。古时的占星家认为，火星犯南斗，就有"谋反者"，有"破军杀将"事。汉景帝元年（公元前156年）七月火星留守在南斗，三年后就发生了吴楚七国之乱（《汉书·天文志》）；东汉顺帝永和二年（公元137年）八月火星又犯南斗，第二年的五月就发生了吴郡人羊珍等反叛的事，同时，九江又发生了蔡伯流等数百人造反的事；灵帝熹平元年（公元172年）十月火星又进入南斗星中，在当年十一月就发生了会稽许昭造反自称越王的事（《续汉书·天文志》）。上述事例，都被认为是占星的应验。

【恒星占】

恒星也有独立的占法，大致可分为二十八宿占和中官占、外官占。占星家不停地对各种星座进行细致的观察，观看其有无变动。一有动向，便预示着人间社会的一种变化。举例说，占星家认为，尾星是主水的，又是主君臣的，当尾星明亮时，皇帝就有喜事，五谷丰收，不明时，皇帝就有忧虑，五谷歉收。如果尾星摇动，就会出现君臣不和的现象。又如，天狼星的颜色发生变化，就说明天下的盗贼多。南方的老人星出现了，就是天下太平的象征，看不到老人星，就有可能出现兵乱。

【彗星占】

在中国古代的星占理论中，彗星的出现，差不多均被看作灾难的象征。《乙巳占》关于彗星的论述说：

> 长星（即彗星），……皆逆乱凶孛之气。状虽异，为殃一也。为兵、丧，除旧布新之象。……凡彗孛见，亦为大臣谋反，以家坐罪，破军流血，死人如麻，哭泣之声遍天下。臣杀君，子杀父，妻害夫，小凌长，众暴寡，百姓不安，干戈并兴，四夷来侵。

中国古代将彗星看作灾星的由来已久，早在春秋战国时即有记载，例如，《左传》就记载了文公十四年（公元前613年）出现的彗星，当时有星孛于北斗，周朝的内史叔服预言说，不出七年，宋、齐、晋国的国君都将死于战乱之中。

除掉分野占、日占、月占、行星占、恒星占、彗星占以外，还有客星占、流星占等，限于篇幅，不再作具体介绍。

【阴阳二气】

许多极普通的名词，都与气有关。例如：节气，气候，气化，气势，气质，运气等等，使用起来习以为常，但要真正给气下一个定义却不容易。《辞海》解释说："通常指一种极细微的物质，是构成世界万物的本源。"这种说法既不充分也不全面，没有涉及气的种类及其运动和相互作用的特性。

如果仔细分析古代气的观念，就会发现气是有属性的，在宇宙间没有无属性的中性的气存在。它是由阴气和阳气组成。后世对作为哲学观念的阴阳二字应用得十分广泛，但追本求源，阴阳的观念最早只是起源于历法和季节的变化。《周易》赖以建立的基础就是阴阳，利用阳爻和阴爻组成八卦。《系辞》说："一阴一阳之谓道"，"阴阳之义配日月"。《春秋繁露·阴阳终始》说："天之道，终而复始。"说的阴阳变化均是指季节的循环。《管子·乘马》说："春秋冬夏，阴阳之推移也"，说得更为明白。

古人以为，气候的变化是由于阴阳二气的作用，阳气代表热，阴气代表冷。宇宙间阴阳二气相互作用，发生交替的变化，便反映在一年四季的变化上。夏季炎热时，属于纯阳。冬季寒冷时，属于纯阴。阳气和阴气互为消长，春季阳气增长，阴气衰弱，当阳气达到极盛时就是夏至，由此发生逆转，阴气渐升，阳气下降，当阴气达到极盛时就是冬至，这时再次发生逆转，阳气上升，阴气下降，完成了一个周期的交替变化。

【五行】

什么叫五行？《辞海》五行条说："指木、火、土、金、水五种物质。中国古代思想家企图用日常生活中习见的上述五种物质，来说明世界万物的起源和多样性的统一。"这种说法不能说错，至少它代表了后世一部分哲学家的看法。但如果认真考察上古文献中有关五行的论述，就会发现，早期人们对于五行的看法与后世所谓哲学上的五行几乎完全不同。

例如，汉郑康成疏《尚书·洪范》说："行者，顺天行气。"可见郑康成对五行的解释并不是指五种物质，而是指顺天行气，即是指运动的状态而不是指物质。那么，郑康成是否是标新立异呢？根本不是，他所说的是上古关于五行观念的传统说法，仅是近代哲学家不予关注而已。再如，《白虎通·五行篇》云："言行者，欲言为天行气之义也。"《春秋繁露·五行相生》也说："行者，行也。其行不同，故谓之五行。"由此可见，五行不是哲学上的五种物质概念，而是指一年或是一个收获季节中，太阳的五种运行状态。太阳的运行状态不同，阴阳二气的状态也就不同，气候寒暖程度也不同。五行就是一年或一个收获季节中的五个时节。

其实，五行是时节，在上古文献中有更直接的说法。例如，《吕氏春秋》就把五行直接称为五气，也就是将一年分为五个时节之义。又如，《左传·昭公元年》记载：年"分为四时，序为五节。"而《管子·五行篇》则说："作立五行，以正天时，五官以正人位。"可

见上古均是将五行解释成时节或节气。

有人很看重《左传·襄公十七年》的说法："天生五才，民并用之，废一不可。"以为这就是五行即五种物质元素的依据。但这完全可以解释为古人借助于五种物质的名称作为太阳五种行度的名称，而不应该解释为物质的本身。用直观的人们常用的五种物质的名称给五种太阳行度命名，就如以十二生肖给日期命名一样，符合古人朴素的思想观念。

【五行相生】

五行相生，又叫生数序五行，其含义是后一个行是由前一个行生出来的，以至于逐个相生，形成一个循环系列，周而复始。五行相生是五行观念中使用最普遍，发展最成熟的一种排列方式。

按照《春秋繁露·五行之义》的说法，木是五行的开始，水是五行的终了，土是五行的中间。木生火，火生土，土生金，金生水，水又生木。这个顺序，就像父子相生一样。木行居东方而主春气，火居南方而主夏气，金居西方而主秋气，水居北方而主冬气。所以木主生而金主杀，火主热而水主寒。这是上古各类文献中，有关生数五行定义的通常说法，可见古人设立五行，开始时并不是为了解决哲学问题，而是借助五种物质的名称来作为一年中五个季节的名称。木行就是一年中开始的第一个季节，相当于春季；火行为第二个季节，相当于夏季；土行为第三季，介于夏秋之间；金行为第四个季节，相当于秋季；水行为第五个季节，相当于冬季。

有人可能会感到难以理解，既然有了一年四季的分法，为什么又要另外弄出一个五行即五季的分法？既然木、火、金、水相当于春夏秋冬，为什么在夏秋之间又再出现一个土行即长夏？据研究，四季与五行，是属于两种不同的历法系统。四季与十二月八节二十四气相配，是属于阴阳合历系统。古代按农历将一年分为春夏秋冬四季；又将四季分为立春、春分、立夏、夏至、立秋、秋分、立冬、冬至八节，每季含有二节；二十四节气则对应于十二个月，每个月含有两个节气。所谓阴阳合历，是月用太阴月（朔望月），年用阳历年（回归年），以闰月调整节气。而五行则属于纯阳历系统，它将一年分为五季，每季72天。其中每一行又可分列为阴阳两个部分，每部分36天。阴阳这两个具体的名词开始于什么时代，目前学术界还有争议。但没有阴阳这两个词，也可以使用与此相对等的其他名词，如《淮南子·天文训》就称之为刚柔，凉山彝族则称之为公母。

《管子·五行》有如下记载：

> 日至，睹甲子，木行御，……
> 七十二日而毕；
> 睹丙子，火行御，……
> 七十二日而毕；
> 睹戊子，土行御，……
> 七十二日而毕；
> 睹庚子，金行御，……
> 七十二日而毕；
> 睹壬子，水行御，……
> 七十二日而毕。

《淮南子·天文训》和《春秋繁露》等也都有类似的记载。从这些记载可以看

出，这种生数五行历的历元设在冬至，木行从冬至开始计算，木行的第一天恒定为甲子日，经过72日，至第七十三日火行第一天开始为丙子日，以下土行第一天为戊子日，金行第一天庚子，水行第一天壬子，五行计360日，外加五至六天过年日，合为一岁。这五至六天过年日不用干支纪日，故新的一年的第一天仍从甲子日开始。这种纪日方法与我们从彝族了解到的情况完全一致。

作为与阴阳五行历相匹配，在《管子·幼官》中还有将一岁分为30节气的办法。这30节气的名称为：地气发、小卯、天气下、义气至、清明、始卯、中卯、下卯、小郢、绝气下、中郢、中绝、大暑至、中暑、小暑终、期风至、小卯、白露下、复理、始节、始卯、中卯、下卯、始寒、小榆、中寒、中榆、寒至、大寒、大寒终。书中明确规定每个节气为12天，30节气正好为360天。以往人们不了解阴阳五行是一种历法系统，对将一岁分为30节气的分法感到不可理解。由于30节气与阴阳五行隶属于一个系统，一个阳历月正好为三个节气36天，一行为六个节气72天，配合起来非常整齐。

【洪范五行】

春秋战国以后的学者几乎不再谈洪范五行，它可能出现得比较早，因而也较早地退出历史舞台，致使后人也最难了解它的本来面目。

洪范五行是一种特殊的排列方式，因它记载在中国最早的史书《尚书·洪范》中，故称为洪范五行。殷末的贤臣箕子对周武王说，上帝赐给夏禹九条大法以治理国家，其中的第一条大法就是五行。据这种说法，它应是在夏朝用过。它的排列顺序为水、火、木、金、土。

按照箕子的解释，五行各有自己的特性。水能使地下的泥土湿润，以利种子的吸水发芽；火能蒸腾，使地面的温度升高，以助植物生长；木可以作成曲直之体，象征植物的生长之形；金象征植物的成熟和收割；土象征着植物的贮藏和换代。总之，洪范五行象征着一个收获季节。从箕子的这个解释可以看出，洪范五行与生数五行的排列方式是完全不同的，其五个名称虽然相同，但含义却不一样。它没有与地球上的寒暖程度相联系。一个收获季节是一岁还是半岁？没有更多的说明。因此，洪范五行的真实面目，如果没有更多的文献依据，它也许是一个永远解不开的谜。

但是，前人几乎都承认《周易》和河图、洛书是属于洪范系统的。那么，《周易》中载有天一地二天三……十个神秘数字，是什么意思？孔颖达在对这十个神秘数字作注时说：一和六相对应，均称为水，一为阳性，六为阴性；二和七相对应，均称为火，二为阴性，七为阳性；三和八相对应，均称为木，三为阳性，八为阴性；四和九相对应，均称为金，四为阴性，九为阳性；五和十相对应，均称为土，五为阳性，十为阴性。

由此我们可以得到一个结论，《周易》中的十个数，对应于洪范五行的两周，第一周为一至五，第二周为六至十。北宋易学大家陈抟在《河洛理数》中解释《周易》中的十个神秘数字的含义时说："凡一、二、三、四、五、六、七、八、九、十之数，乃天地四时节气也。"这十个数竟是一岁中的十个节气，也就

是十个时节，即十月太阳历的十个阳历月。

由此可以看出，洪范五行是古代的这样一种历法，它将一岁分为两个收获季节，上半年称为麦季，为生年或阳年；下半年为秋收季，为成年或阴年。无论是阳年还是阴年，均分为水、火、木、金、土五个阳历月，每个月为36天。其中的每一个月，又都具有阴阳的特性。

【历法】

"日"的概念，来自昼夜交替。但要计算更长的时间，仅用"日"是不够的。比如，用日来计算一个中年人的年龄，就会得出上万的数字，很不方便，这就需要有比"日"大的单位。早在远古时代，人们发现，作物的枯萎繁茂，候鸟的南去北归，无不与气候的凉暖变换紧密联系。这个周期大约有365天多，于是就以含有收获之意的"年"字来表示这一时间单位。

月亮的盈缺变化，也是一个明显的周期。从满月到下一个满月大约要花29天半的时间，比"日"周期长，比"年"周期短，古人称之为"月"。

历法就是安排年、月、日的方法。具体地说，就是规定一年里有多少月，一月里有多少日，一年的第一天定在什么时候，闰月或闰日怎样添加等等。

历史上曾经出现过三种历法：太阳历、太阴历和阴阳历。太阳历以回归年为基本周期，一年设12个月（当然，也可将一年设为10个月、18个月等，那么，这时的一个月就不是30日左右了），这里的"月"与朔望月没有关系，是人为创造的计时单位，现行的公历就



大衍历

是太阳历的一种。太阴历以朔望月为基本周期，每月以29天或30天交错安排，12个月组成一年，共354日。很明显，太阴历的"年"与回归年是不同的。现在阿拉伯国家颁行的历法就是太阴历。

中国自有历史记载以来一直使用阴阳历。阴阳历兼顾回归年和朔望月两个周期，使每个月符合月亮盈亏的变化，每年符合春夏秋冬的变化。但是，众所周知，年，是地球绕太阳公转的反映；日，是地球本身自转的反映；月，是月亮绕地球公转的反映。这三种运动是互相独立的，年、月、日之间的关系不像千米、米、厘米之间是简单的倍数关系，所以，编制阴阳历比编制其他两种历更为复杂。

中国古代正式的，包括没有行用过的历法，共有102种，改历是很频繁的，改历的原因大部分是由于历法超前或落后于实际天象。从天文学的角度来看，中国历法宗旨其实就是使年的平均长度尽量接近回归年，使月的平均长度尽量接近朔望月，并寻找一个合适的置闰周期。

【回归年和朔望月】

太阳连续两次通过冬至点所需要的时间间隔，叫回归年，古代称为岁实。

利用圭表，可以直接测定太阳到达冬至点的日子，因为那一天正午时的表影比一年中其他日子的都要长。但是，冬至可能发生在这一天里的任何一个时刻，而并非一定是正午，所以要想知道冬至时刻，须经过较长时间的观测。

春秋战国以前，天文学家已掌握 $365\frac{1}{4}$ 日的回归年数值，写作“三百六十五日四分日之一”。这个数值从何而来，未见明文记载。他们可能在总结了几百年冬至日正午影长后发现的，如果第一年的冬至日正午表影最长，第二年则稍短，第三年更短，第四年差不多与第二年等长，第五年又基本上回到第一年的长度，然后把第一年冬至日到第五年冬至日之间的日数，除以四年，就会得到上述数值。这虽然是推测，但与事实不会相差太远。

使用这一回归年长的历法叫做四分历。回归年长度的现代测定值为365.242217日，四分历一年可超出0.007783日，四年则超出0.031132日，还不到45分钟，对于2000多年前的古代来说，做到这一步已经很不容易了。

不过，四分历在长期使用后，误差积累就比较明显了，常常出现历法后天现象，即历法预推时刻比实际天象发生时刻要晚。这就需要重测回归年值，改换置闰法。比较历代历法的回归年值，会发现总的趋势是误差逐渐变小，接近真实的长度。最逼近的数值为365.242190日，误差为 -0.000027日，一年仅差2.3秒，这是明末邢云路用他的六丈高表测出的。

很值得一提的是，南宋杨忠辅测定的数据，为365.2425日，和现行公历（即格里高利历）完全一样，却比公历早使用350年。同时，杨忠辅注意到，回归年的长度不是一成不变的。虽然他测出的变化值比现代理论值要大，但是，现代理论值是在天文望远镜高度发展之后，在天体力学和高等数学的帮助下，才推算出来的。

朔和望是月亮运动轨道上的两个位置。在朔时，月亮中心与太阳中心处于同一黄经，黄经差等于0°，这时候从地球上是看不见月亮的。在望时，月亮与太阳隔着地球遥遥相对，黄经差等于180°，这时候从地球上看月亮，其形状是圆满无缺的。连续两次朔或连续两次望之间的时间间隔，称为一个朔望月。

四分历中的朔望月值不是得自于观测，而是根据19年七闰法，从回归年长度推算出来的。中国最早的置闰周期是19年七闰，即19个回归年等于19个阴历年加上七个闰月。也就是说，19个回归年等于235个朔望月。由于四分历的回归年值偏大，朔望月值偏小，当提高回归年精度时，就会减低朔望月的精度，反之亦然。直到南北朝以前，这个问题还没有解决。19年七闰是阻碍问题解决的关键。北凉的赵歐修改了置闰周期，采用600年221闰，使回归年和朔望月精度都有所提高。

本来，回归年和朔望月就是两个独立的周期，没有必要非把它们联系在一起。从唐代李淳风的麟德历起，废除了置闰周期，以无中气之月为闰月。

当天文学家逐渐掌握了日食月食的规律以后，可以用两次交食之间的日数除以月数而直接获得朔望月值。两次交食相隔的时间越长久，朔望月值就越精密。

【二十四节气】

虽然阴阳历的平均长度接近回归年，但因为三年多才加一个闰月，补偿方式显得有些唐突，气候变化在阴阳历上不能完全体现出来。比如，表示夏天开始的立夏，今年在三月，明年可能就在四月，与月序的关系不固定。在农业国家，人们格外关心播种和收割的时间，不能反映季节的历法很难普及推广，因此，二十四节气便产生了。

二十四节气的具体名称是：立春、雨水、惊蛰、春分、清明、谷雨、立夏、小满、芒种、夏至、小暑、大暑、立秋、处暑、白露、秋分、寒露、霜降、立冬、小雪、大雪、冬至、小寒、大寒。其中位于偶数的，如雨水、春分、谷雨等又叫中气。

节气，本质上是将地球绕太阳运动的轨道平均分成15°一份，24份共360°，每个节气代表轨道上的一个固定位置。从时间上来说，由于地球公转的速度是不均匀的，这就导致了有的节气14天，有的近16天，平均15天多。大家知道，季节是地球公转的反映，所以节气可以比较准确地表征气候冷暖现象。

二十四节气按其名称的含义又可分为四种：（1）表征四季的有立春、春分、立夏、夏至、立秋、秋分、立冬、冬至八个节气。（2）表征冷暖程度的有小暑、大暑、处暑、小寒、大寒五个节气。（3）表征降水量多寡的有雨水、谷雨、白露、寒露、霜降、小雪、大雪七个节气。（4）与农事相关的惊蛰、清明、小满、芒种四个节气。

二十四节气属于阳历系统，它与朔望月配合使用，是中国阴阳历的一大特点。

【闰月】

历法中的一个重要内容是，闰月怎样安排。

在置闰周期废除以前，阴历年以大月30天、小月29天交替安排。一个阴历平年包含12个月，共计354天，与回归年相差11天多，累积两年或三年就必须补充一个月，才能使平均年长基本上等于回归年。在西汉中期以前，闰月都安排在年终。西汉太初（公元前104—公元前101年）以后，才改以无中气之月为闰月。

年终置闰，往往是当物候与月份错位很明显的时候才给予纠正，很不合理。唐代李淳风在麟德历中废除了置闰周期，并规定以无中气之月为闰月。朔望月的现代理论值是29.53059日，比两个中气之间的间隔要短大约一天。如果第一个月的望日正逢中气，那么32个月以后，两者之差累计超过一个月，这期间就会出现一个没有中气的月份，使本来应该属于这个月份的中气推移到下个月份里去了。假若还不采取措施，其后的中气也将一一推迟。这个没有中气的月份一般出现在第16个月前后，规定这个月为闰月，意味着把三年末置闰提早到一年半置闰，使物候与月序偏离不超过半个月，确实比较合理。闰月的月序仍用上个月的月序，称为“闰某月”。

今天，中国使用的阴阳历更加合理，以两次冬至之间包含有13个月的年为闰年，闰年中第一个无中气之月为闰月。总而言之，置闰解决了阴历年和物候的

对应问题。

用定朔来安排大小月，也是李淳风首先采用的，虽然最先倡导的并不是他。在此之前，大小月是交替安排的，只是在经过约16个月以后，才出现一次连大月。月亮的运动有快有慢，当它走得快的时候，朔与朔之间的间隔会小于平均值。走得慢的时候，会大于平均值。中国阴阳历以朔为一个月的开始。若想使每个月的月首与朔日重合，需要根据实际快慢情况修正平均值，修正后的朔就是真实的朔，称为定朔。用定朔排历后，有时出现连续三个小月或连续四个大月的情形，这是不足为怪的。

一天以什么时刻作为起算点？为什么要定在子夜而不是其他某个时刻？本来，在人类历史上，日出、日落、日中（即正午）、子夜都曾作为一日之始使用过。日中是最先被否定的，人们在白天的连续活动中要跨越两个日子，显然极不方便。而日出和日落的时刻随着四季的变化而变化，夏天日出早，日落晚，冬天日出晚，日落早，所以在2000多年前已被废止。惟有子夜作日期分界点最为合适。当子时又细分为子初和子正时，子正就成为一天的开始了，恰巧与现行公历制度相吻合。

岁首，指一年以什么季节为开始。在秦汉以后，岁首统一放在立春逢朔之日。由于阴历年短于回归年，某些年的首日有可能早于立春，但安置闰月后又会调整如初，基本上保证了每年以春天开始。

总结前面所写的内容，对中国阴阳历的各个要素与现行公历作一比较，列入下表：

阴历阳历要素对照表

	中国阴阳历	公历（阳历）
岁　首	立春逢朔	冬至以后的第10天
平年的月数	12个月	12个月
平年日数	354日	365日
闰年日数	383日或384日	366日
置闰方法	无中气之月为闰月	四年一闰，但400年97闰， 闰日加在二月末
月　首	朔　日	与朔望无关
月的日数	29日或30日	28日，29日 30日，31日
日首	午夜0点	午夜0点

中国古历回归年值比较表

（表中数字为有效小数）

朝代		历　　名	回归年 365. 日	朔望月 29. 日	近点月 27. 日	交点月 27. 日
先秦	1	黄帝历	2500	53085		
	2	颛顼历	2500	53085		
	3	夏历	2500	53085		
	4	殷历	2500	53085		
	5	周历	2500	53085		
	6	鲁历	2500	53085		
汉	7	历术甲子篇	2500	53085		
	8	太初历	2502	53086		
	9	三统历	2502	53086		
	10	四分历（东汉）	2500	53086		
	11	七曜术				
	12	乾象历	2462	53054	55336	
三国	13	黄初历	2468	53059		
	14	太和历	2469	53060		
	15	景初历（太始历、永初历）	2469	53060	55450	
晋	16	正历	2467	53058		
	17	乾度历				
	18	永和历	2468	53061		
	19	三纪甲子元历	2468	53060		
	20	元始历	2443	53060		

朝代		历名	回归年 365. 日	朔望月 29. 日	近点月 27. 日	交点月 27. 日
	21	五寅元历				
	22	元嘉历（建元历）	2467	53059	55452	
	23	大明历	2428	53059	55468	21223
	24	景明历				
	25	神龟历				
	26	正光历	2437	53059		
	27	兴和历	2442	53060		
南	28	大同历	2444	53060		
北	29	九宫行碁历	2443	53060		
朝	30	七曜律历				
	31	天保历	2446	53060		
	32	灵宪历				
	33	天和历	2443	53061		
	34	孝孙历	2443	53059		
	35	甲寅元历	2445	53056		
	36	孟宾历	2443	53059		
	37	大象历	2438	53063		
	38	开皇历	2443	53061	55451	
	39	七曜新术				
隋	40	胄玄历				
	41	皇极历	2445	53060	55457	21220
	42	大业历	2430	53059	55455	

朝代		历　　名	回归年 365. 日	朔望月 29. 日	近点月 27. 日	交点月 27. 日
唐	43	戊寅元历	2446	53060	55454	
	44	麟德历	2448	53060	55456	21223
	45	经纬历				
	46	光宅历				
	47	神龙历	2448	53060	55456	21222
	48	九执历	2469	53058		
	49	大衍历	2444	53059	55453	21200
	50	至德历				
	51	五纪历	2448	53060	55456	21223
	52	符天历				
	53	正元历	2447	53059	55455	21222
	54	观象历				
	55	宣明历	2446	53060	55454	21222
	56	崇玄历	2445	53059	55500	21220
五代十国	57	调元历				
	58	永昌历				
	59	正象历				
	60	中正历				
	61	齐政历				
	62	明玄历				
	63	钦天历	2445	53059	55456	21222

朝代		历名	回归年 365. 日	朔望月 29. 日	近点月 27. 日	交点月 27. 日
	64	应天历	2445	53059	55455	
	65	钦天新术				
	66	乾元历	2449	53061	55460	21222
	67	大明历（辽）				
	68	至道历				
	69	仪天历	2445	53059	55457	21220
	70	乾兴历	2448	53059		
	71	崇天历	2446	53060	55454	21222
	72	明天历	2436	53059	55462	
	73	奉元历	2436	53059		
	74	十二气历				
	75	观天历	2436	53059	55461	21214
	76	占天历	2436	53059		
	77	纪元历	2436	53059	55460	21232
	78	大明历（金）	2436	53059		
宋	79	统元历	2436	53059	55458	21221
	80	乾道历	2436	53059	55458	21222
	81	淳熙历	2436	53060	55460	21222
	82	知微历（又名重修大明历）	2436	53059	55460	21222
	83	乙未元历	2431	53059		
	84	五星再聚历	2445	53059		
	85	会元历	2437	53059	55454	21222
	86	统天历	2425	53059	55458	21222
	87	开禧历	2431	53059	55460	21222
	88	西征庚午元历	2436	53059	55460	21222
	89	淳祐历	2428	53059		
	90	会天历	2429	53060		
	91	万年历				
	92	成天历	2427	53059	55461	21222
	93	本天历				

朝代		历　　名	回归年 365. 日	朔望月 29. 日	近点月 27. 日	交点月 27. 日
元	94	授时历	2425	53059	55460	21222
明	95	回回历	2422	53059		
	96	大统历	2425	53059	55460	21222
	97	圣寿万年历	2420	53059		
	98	黄钟历	2420	53059		
		崇祯历书	2422	53059		
清	99	新法历	2422	53059	55461	21222
	100	晓庵历	2422	53059	55461	21222
	101	时宪历（癸卯元历）	2423	53059	55460	21222
	102	天　　历	2425			

【干支】

干支起源于何时？至今还难以作出确切的回答。不过，近百年来出土的殷墟甲骨卜辞中，就载有大量用于纪日的干支记录。说明早在殷商时代，就已普遍地使用干支纪日了，所以干支的产生，应该比殷商更早。现今大家均相信，春秋时代的纪日干支，是与现在的纪日干支一脉相承的，这可以从《春秋》所载37次日食干支记录得到证实。近年来有人根据殷墟卜辞月食所载干支，推论说自殷代开始到现在，干支纪日一直都是连续的。不过这种论断尚有一些不确定的因素。

有人以为，人们发明干支，就是用于纪日的。查遍上古所有文献，均没有这种说法，故我们不赞成这种意见。据《史记·律书》和《说文解字》等书记载，按辞义可解释为：甲：植物破甲之时；乙：屈曲生长之时；丙：天气明亮之时；丁：丁壮之时；戊：丰茂之时；己：纪识之时；庚：成熟之时；辛：更新之时；壬：怀妊之时；癸：揆度之时。这清楚地表明了天干是一岁中10个时节的物候。又根据《释名》和《史记·律书》、《说文解字》，十二支名称的含义为：子：万物孳生之时；丑：扭屈萌发之时；寅：发芽生长之时；卯：破土出苗之时；辰：舒展生长之时；巳：阳气盛壮之时；午：阴阳交替之时；未：尝新之时；申：成熟之时；酉：煮酒之时；戌：衰老枯黄之时；亥：收藏之时。故十二地支也清楚地表明了一年中植物生长过程的12个时节。

天干地支应是分判时节的两种不同的方法，是两种不同的历法系统。天干属阳历，地支属阴历，所以，晋代天文学家虞喜把天干称之为日雄，地支为月雌。《尔雅·释天》则将天干称为月阳，将地支称为月名。天干就是一年分为10个月，每个月为36天的太阳历月名；地支就是农历的月名。将天干和地支配合起来，组成60个数的周期用以纪日，后来又用来纪年和纪月，这可能是殷商人

的创造。

我们注意到，自汉武帝以来，每个皇帝登基时，都要规定自己的年号，并以颁布年号之年为第一年，顺序下排。往往一个皇帝在位时会有好几个年号，比如汉武帝刘彻就有11个年号，他的元封元年相当于公元前110年，元封六年即公元前105年，下一年换了年号为太初元年。这种纪年法是不连续的，对于需要知道较长的时间间隔显然不方便。史书上一般用另一套纪年法，即干支纪年法。

干支是天干和地支的总称。天干为：甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸。地支为：子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥。一个天干配一个地支，天干在前，地支在后，排尽所有组合，共60对，以甲子开始，癸亥结尾，可以不重复地记录60年，60年以后再从头循环。

干支纪日的方法与干支纪年一样，每天用一对干支表示，60天一个周期，循环往复，可以无穷。从春秋鲁隐公三年（公元前720年）二月己巳日，到清宣统三年（公元1911年），干支纪日连续使用了2600多年。通过这个连续记录与现行公历的换算，可对这期间几乎所有的事件作时间上的认定。

天干地支循环表

1 甲子	2 乙丑	3 丙寅	4 丁卯	5 戊辰	6 己巳	7 庚午	8 辛未	9 壬申	10 癸酉
11 甲戌	12 乙亥	13 丙子	14 丁丑	15 戊寅	16 己卯	17 庚辰	18 辛巳	19 壬午	20 癸未
21 甲申	22 乙酉	23 丙戌	24 丁亥	25 戊子	26 己丑	27 庚寅	28 辛卯	29 壬辰	30 癸巳
31 甲午	32 乙未	33 丙申	34 丁酉	35 戊戌	36 己亥	37 庚子	38 辛丑	39 壬寅	40 癸卯
41 甲辰	42 乙巳	43 丙午	44 丁未	45 戊申	46 己酉	47 庚戌	48 辛亥	49 壬子	50 癸丑
51 甲寅	52 乙卯	53 丙辰	54 丁巳	55 戊午	56 己未	57 庚申	58 辛酉	59 壬戌	60 癸亥

60干支也用来纪月，但与年和日的纪法不同。首先，地支在月序上是固定不变的，正月为寅，二月为卯，……十二月为丑。其次，天干在分配时，要考虑当年的天干情况。比如，当年天干为甲或己时，正月的天干就是丙，二月是丁，三月是戊，……下面是年天干和月天干关系的示意图：

（年天干）甲 乙 丙 丁 戊 己 庚 辛 壬 癸

（正月的天干） 丙 戊 庚 壬 甲

虽然，从西汉开始就流行用有序数字纪月和纪日，但历代史官们仍主要采用60干支记事，故要想阅读中国古代书籍，不可不知干支用法。

年干支月干支对应表

年干 \ 月干支 月份	正月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
甲、己	丙寅	丁卯	戊辰	己巳	庚午	辛未	壬申	癸酉	甲戌	乙亥	丙子	丁丑
乙、庚	戊寅	己卯	庚辰	辛巳	壬午	癸未	甲申	乙酉	丙戌	丁亥	戊子	己丑
丙、辛	庚寅	辛卯	壬辰	癸巳	甲午	乙未	丙申	丁酉	戊戌	己亥	庚子	辛丑
丁、壬	壬寅	癸卯	甲辰	乙巳	丙午	丁未	戊申	己酉	庚戌	辛亥	壬子	癸丑
戊、癸	甲寅	乙卯	丙辰	丁巳	戊午	己未	庚申	辛酉	壬戌	癸亥	甲子	乙丑

【十二生肖】

以十二支来记载年、月、日、时，确实比较方便，但是不便于记忆，对于不识字的人来说尤感困难，于是便产生了以序数来记载年、月、日、时的方法。以序数记载年、月、日自然方便，但都存在一个起点问题。在上古时，各个民族、各个地区的历法很不统一，不统一就会产生误会，相互之间就无法进行交往。人们又重新意识到利用十二支纪年、纪月、纪日的优越性。为了克服干支记忆的不便，人们便创立了以鼠、牛、虎、兔、龙、蛇、马、羊、猴、鸡、狗、猪12种动物来代替十二地支，并且与十二地支有固定的对应关系，这就不易错乱。由于这12种常见的动物具有实感，容易为广大群众记忆和接受，于是便很快地在社会上流传开来，遍布亚洲各个民族中间，至今仍然盛行。

关于十二生肖的起源，至今还是一个谜。外国关于十二生肖的文献记载都比较晚，所以它应该起源于中国。东汉王充《论衡》中，就曾系统地记载着十二生肖与十二地支的对应关系，故想必在西汉以前，十二生肖纪年、纪月、纪日便已流行。近年来在云梦秦简中出土有十二生肖的记载，除少数几个不同以外，大部分都与现今相同，也许从这里会找到十二生肖的起源和演变过程。

十二生肖的排列顺序是如何定型的，它与十二地支的对应关系又是如何确定的，这些在古代文献中都没有明确的记载。民间流传的所谓牛鼠赛跑的故事，可信程度不大。这些关系可能是逐步发展起来的，经典文献中的名句，例如，《诗·小雅》“龙尾伏辰”、《左传·僖公五年》“吉日庚午，既差我马”等，都可能作为十二生肖与十二地支对应关系的起因，这就关系到二者谁产生在先的问题了；形体特性类似或常在一起的动物及家畜等，例如，龙和蛇，马和羊，鸡、狗、猪等，就自然地排列在一起；五行相胜、相克的关系，也应是考虑的一个因素。另外，如将虎与寅相配，大约与西羌氐羌民族的虎崇拜有关，他们以虎月为正月，又以虎为贵、为大，故以虎月为正月。总之，十二生肖顺序的形成，是包含着多种因素在内的。

【十六时制】

前人早就注意到，在西汉以前的古籍中，记时方法与后世几乎完全不同，不是用子时、丑时等的记法，而是用食

时，铺时、人定等陌生的时称。这类对时间的称法，在《史记》、《汉书》、《黄帝内经》等书中到处可见，近年出土的西汉以前的有文字记载的简牍等实物，也都证实了当时实用的就是这套纪时制度。为了说明这套时制与后代的对应关系，曾有人对此作出注解，例如对《资治通鉴》和《黄帝内经》的时称名均有人作过注，认为这些时称是十二时制的异名。但是《淮南子·天文训》连续记载有15个时称，《黄帝内经》也有14个不同的时称，故以上古人的理解有误。近年来人们对西汉时制作出深入研究，才揭开了十六时制的秘密。这十六时制的名称及与二十四小时的对应关系如下表：

夜半	鸡鸣	晨时	平旦	日出	蚤食	食时	东中
0	1: 30	3: 00	4: 30	6: 00	7: 30	9: 00	10: 30
日中	西中	铺时	下铺	日入	黄昏	夜食	人定
12: 00	13: 30	15: 00	16: 30	18: 00	19: 30	21: 00	22: 30

由于冬夏白昼和黑夜的长短时间不等，故这十六时制中的每一个时段冬夏所占时间的长度是否相等，还有待于进一步研究。外国古代也有十六时段的分法，不同国度之间是否存在过这种时制交流，还有待于进一步研究。

【十二辰纪时法】

春秋战国时，人们开始将历法上的12月名称应用到天文方位上。基本设想是太阳每年12个月在黄道上运行一周，若将黄道分为对应的12个天区，则一个天区对应一个月。人们将太阳冬至所在的天区称为子，12月太阳所在的天区称为丑，下面依次类推。地球公转引起了太阳在黄道上自西向东的周年运动，地球的周日旋转又引起了太阳沿赤道自东向西的昼夜运转。由此人们便设想把天赤道所处的方位也划分为12个天区，北方为子位，南方为午位，东方为卯位，西方为酉位，则一昼夜太阳运行12个方位回到原处，这样便产生了太阳位于一个辰位为一个时辰的概念，一昼夜为12个时辰，人们便可以用太阳在天空所处的方位来确定时间。

这个纪时方法大约产生于汉武帝太初改历以后，是由当时参加改历的天文学家首先提出的。这个方法比较科学简明，于是便很快地为人们所接受，老的纪时法也就逐渐被废止。这种纪时方法最早出现在《汉书·翼奉传》，载有元帝初元元年（公元前48年）“日加申”，意思是太阳位于申的时刻。自此以后，这种纪时方法就不断出现，记时的名称由“日加午”转变为“时加午”，以后又进一步简化为“午时”。这种纪时法与二十四小时制对应如下表：

子	丑	寅	卯	辰	巳
23—1	1—3	3—5	5—7	7—9	9—11
午	未	申	酉	戌	亥
11—13	13—15	15—17	17—19	19—21	21—23

进入魏晋南北朝以后，科学技术得到了进一步的发展，人们对纪时制度也就提出了更高的要求，即使在民用上，十二时辰作为一个独立的纪时制度，其间隔也太大了一些。故人们开始想出一些改进的办法，将其分得更细一些。

首先的想法是，将每个时辰再一分为二，在十二时辰名中间，再插入甲、乙、丙、丁、庚、辛、壬、癸八个天干和艮、巽、坤、乾四个卦名，合计24个小时名。这种分法一直沿用到隋朝。这种纪时名称记忆起来不大方便，给人的感觉配合得也不是那么和谐，唐代的天文学家便将十二时辰分列为初正二个部分，例如，子初开始于23点，子正开始于0点，午初开始于11点，午正开始于12点。作出这个改进以后，早期的24小时名称也就被废止不用。将十二时辰分为初正两部分，这是中国古代的二十四时制。一直沿用到清代。

【漏刻纪时法】

无论是十六时制或十二时制，都是依据太阳的方位或出没状况来判断的，但这对平民百姓来说，不容易判断得准确，使用起来也太粗疏，故人们又发明了漏刻，用来记载时间。《周礼》载有挈壶氏，《汉书》载有率更令，均是执掌漏刻的官员，可见迟至周代，官方就用漏刻来纪时了。

据记载，先秦漏刻主要是用于军事目的的。至汉太初改历以后，才开始应用在天文学上。在天文学上应用之后，它的精密程度和使用的方法，都有了重要改进。先秦时，是否已开始用漏刻连续不断地测时、报时，还值得进一步研究。作为一个连续的测时、报时系统，并投入正常使用，大约始于西汉太初以后。

开始时的使用方法大致是这样的：将一昼夜分为100刻，夏至白天60刻，夜晚40刻；冬至白天40刻，夜晚60刻；春分、秋分昼夜平分。但天文学家把太阳出入前后二刻半的晨昏朦影时间也算在白天，这样，夏至白天65刻，夜间35刻；冬至白天45刻，夜晚55刻；春秋分白天55刻，夜晚45刻。将白天和黑夜分开使用，当白天开始时，将漏壶装满了水，在水面上漂浮着一根带有刻度的箭。随着壶水的下漏，浮箭便逐渐下沉，从壶口读出各个时刻箭上的刻数以报时。通常将一根箭的刻数，在中间作出标记，将上下一分为二，故报时时，称昼漏上水×刻，或昼漏下水×刻；夜漏上水×刻，夜漏未尽×刻。当昼夜交替时，不管壶水是否漏尽，就该重新加满水，重新起漏。

由于不同季节白昼或黑夜的刻数不等，使用同一个刻度的箭就会不方便，也不准确。所以古人发明了在不同的季节使用不同箭的方法。西汉时一年使用40根箭，每九天换一根箭。在使用的过程中，发现按天数换箭的方法并不科学，因为冬至、夏至附近昼夜的变化不显著，而春分、秋分附近变化很显著，所以在东汉初年时，就改用太阳南北方向每移动二度四分更换一箭，仍使用40根箭。东汉和帝时又作出小的改进，规定太阳每南北移动二度更换一箭，全年使用48箭。

漏刻单独纪时曾经使用了一个相当长的时间，这种办法在整个南北朝时都一直在使用。但是，将一昼夜分为12时

较粗，将一昼夜分为100刻又过短了一些，如果将二者结合起来，组成一个系统，那就很合适了。古人早就想到了这个问题，为了使二者能简明地配合起来，西汉哀帝时夏贺良就曾建议废除百刻制，改用120刻制，王莽称帝时也曾有人建议改用120刻制，梁武帝时曾先用96刻制，后又改为108刻制，但终因百刻制使用时间已经很久，积习难改，使二者结合的愿望一直未能实现。

在使十二时制与百刻制的配合上，到隋唐时，人们就不再考虑变动百刻制来实现，而是承认既成事实，将二者配合起来。开始时有人提出子、午、卯、酉各九刻，其余八刻。又有人提出子、午各十刻，其余八刻。但这两种意见改变了十二时辰等分的规定，不能为人们所接受。最终仍只能采用等分的办法。

具体的做法是，将百刻分为十二等分，每一个时辰为八大刻加1/6刻，这1/6又称为小刻，古人就是用这种办法使二者统一起来。在将一个时辰分为初正两部分之后，人们又将一个小时等分为$4^1/_6$刻，这1/6刻也称为小刻。作出这个规定以后，人们在计算时间时，就统一用某时某刻来表示，在漏箭和浑仪的刻度上，也将十二时和百刻配合使用，每个小时的末尾均附有一个小刻。

【更点制度】

更点制度，在中国古代十分流行。在古代，几乎每个县城都建有鼓楼，用于击鼓报时。提起更点制度，几乎每一个人都知道是用于夜间报时的。但若问起中国古代夜间为什么要以五更来纪时？五更的起点和终点是何时？甚至五更如何计算？可能很多人都说不清楚。

中国古代五更记时开始很早。汉代的《汉旧仪》就有甲夜、乙夜、丙夜、丁夜、戊夜的记载。《晋书》中就有“丙夜一筹”的记载，“丙夜一筹”就是后世的三更一点，可见晋代就已有了更点制度。《隋书·天文志》在追述先秦漏刻时说：“昼有朝、有禺、有中、有晡、有夕，夜有甲、乙、丙、丁、戊。”看来先秦时存在过将一昼夜分为10个时段的制度，白天和黑夜各占五个时段。

汉代的《五经要义》说：“日入后漏三刻为昏，日出前漏三刻为明。”这是西汉关于昏旦的定义，后来就改为二刻半。《唐书》载“以昏刻加日入辰刻，得甲夜初刻”，可见五更终始于昏旦时刻。由此可知，将每夜分为五更，又将每更分为五点，则只须将夜间时刻除以五，便得每更时刻，又将每更时刻再除以五，便得每点时刻。由于白昼和黑夜时刻的长短均随季节变化，所以古代的每一部历法，都测定有各个节气的昏旦时刻表，以供人们推算更点时刻使用。

明白了夜间时刻随着季节而变化的道理，可知每更每点的时间都是不固定的。所以有的书上说一更等于两小时，这个说法不准确。计算表明，冬至时一更为11刻，夏至时为7刻，其余季节介于这两个刻数中间。每点也介于20分至30分钟之间。

【天文台】

传说夏朝的天文台叫清台，商朝叫神台，到了周朝则称做灵台。《诗·大雅》中有一首诗歌叫《灵台》，叙述了周文王曾在丰邑的西郊建筑了一座灵台，

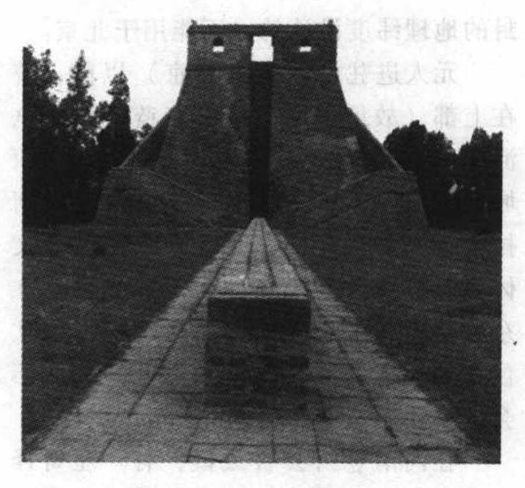
台高两丈，周长420步。周以前的天文台主要是为了祭祀日月设立的，所以天文台只是一个高于其他建筑物的平台，台址一般选择在平坦的开阔地带。

中国古代的帝王多自诩“受命于天”，认为天象变化与自己的统治地位息息相关。他们当然希望天上的“信息”只传递给他们自己，所以他们总是牢牢地掌握着天文观测机构，只许在皇城建立天文台。但有时，当中央权力失去控制力时，各诸侯国就会不顾禁令，纷纷设台。春秋时的鲁国就建立了自己的天文台，叫观台。

后来，由于天文观测项目的增加和祭祀活动的频繁，活动场地就需要分开，祭祀活动改到叫明堂的建筑物去举行，天文台则专司观测天文和气象。

史书记载，西汉时，都城长安的郊区建有天文台，开始也叫清台，后改为灵台。台上安置了浑仪、铜表和相风铜乌等天文气象仪器。东汉时，汉光武帝于中元元年（公元56年），在洛阳城平昌门附近建立了明堂和灵台各一座。灵台东西两面有墙垣，墙内中心有一座方形高台，是观测天象的场所。高台四周有10多间屋舍，是观测人员住宿、办公之地。天文学家张衡从元初二年（公元115年）到阳嘉二年（公元133年）期间，曾两次被委以太史令之职，直接管辖灵台的观测工作。东汉灵台在三国、西晋时期还在使用，直到北魏才被废弃。1974年在河南省偃师县发掘出该灵台遗址。遗存的台基由泥土夯成，高约八米，占地达4.4万平方米。

唐代长安城郊最主要的天文台是仰观台，又叫司天台，直接归太史监管辖，天文学家李淳风就是在这里进行观测的。



河南登封观星台和石圭

唐代中期，在集贤院里专为天文学家一行建了一座仰观台。另外，在陕西省咸阳附近还有一座清台，专供天文学家薛颐占卜吉凶之用。隋唐时代流行一种风气，皇帝不但在都城郊区建立天文台，而且在皇宫内院也设立宫内天文台。

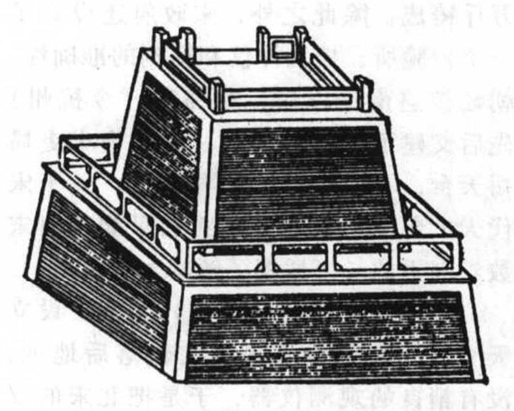
北宋时，国力强大，科技发达，仅汴京（今河南开封）一地就设立了四个天文台，其中司天监的岳台和禁城内翰林天文院的候台是主要的观测台。两台的仪器一模一样，用于对比检查测量结果。当有异常天象出现时，两台必须互相核对，并同时上报，以防误报或作假。四个天文台都备有大型浑仪，各用铜两万斤铸成。除此之外，宋政府还设立了一个校验所，校验浑仪和漏刻的准确性。朝廷被迫南迁以后，在临安（今杭州）先后又建了两座天文台，一座为太史局司天台，一座为秘书省测验所。关于宋代天文台的建筑布局，我们只能从南宋数学书里的一幅插图了解其大致情况。

金朝在燕京（今北京）建都，设立天文台。由于金人来自文化落后地区，没有精良的观测仪器，于是把北宋的仪器图书全部北迁。但其中的浑仪是按开

封的地理纬度设计的，不能用于北京。

元人进驻大都（今北京）以前，曾在上都（故址在今内蒙古正蓝旗东闪电河北岸）建立过一个回回天文台，由西域人扎马鲁丁主持。回回天文台使用阿拉伯天文仪器测量，并编制阿拉伯天文体系的各种数表，成为阿拉伯天文学在东亚的研究中心。从史书对阿拉伯天文仪器的描述，推断回回天文台的规模不会太小。

在河南登封县告成镇，有一座奇怪的建筑物，房不像房，塔不像塔，高耸的建筑物下面向北延伸一条很长的“路”，这就是建于元初的登封观星台。据说观星台的原址早在周代就用于天文观测。当地人直到现在还称它“周公测景台”。据传，唐代开元年间，一行和南宫说等人进行全国天文大地测量时，曾在这里立起一块石表，上刻“周公测景台”，似乎确有其事。“景”，通“影”。测景台即是测影台。观星台建筑物本身就是一个绝妙的表：高台中央的门就作为表端，“路”由36块石板铺成，就作为圭，这样大的圭和表，是郭守敬的杰作。现存的登封观星台，曾经过明代的整修，圭长31.19米，台高9.46米，台上附设两室，但室内空空，没有留下任何仪器。登封观星台不仅是中国现存最早的天文台，而且也是世界上最古老的天文台之一。元代像登封观星台这样的官方天文点，共有27个，分布于全国从北纬15°到北纬63°的广大地区。



宋代天文台

作为元代官方主要天文台的司天台，建在大都城的东南方向，完成时间是至元十六年（公元1279年），300多年以后毁于战争。通过元代《太史院铭》中的叙述，可了解司天台的基本布局，并复原成图。司天台台高七丈，外有围墙，围墙长200步，宽150步。整个建筑分三层，下层是办公用房，太史令等官员在南房，推算局在东厢房，测验局和漏刻局在西厢房，辅助人员在北房；中层有八个房间，用于贮放图书、仪器等；上层是露天平台，置有简仪、仰仪、圭表和玲珑仪等仪器，印历工作局也设在上层。司天台是当时世界上最先进的天文台之一，可以和中亚的马拉加天文台相媲美。

明代洪武十八年（公元1385年），在南京鸡鸣山上建造了观星台，台上的仪器是元代的，为了使仪器适于在南京观测，对仪器做了改造。与此同时，在南京雨花台上还建造了回回观星台，所用仪器都是原上都天文台的阿拉伯仪器。

北京古观象台，是明清两代的官方天文台，至今已有544年的历史，它坐落在北京建国门立交桥旁，至今保存完好。观象台上安置的仪器，大多是耶稣会传教士设计的，除在造型上稍有些中国特色外，结构和工艺等方面无不反映出当时欧洲的仪器制造水平。清代天文学家曾在这座观象台上进行过两次重大

的系统观测，第一个成果是制定以1744年为历元的《仪象考成》星表，包括3083颗恒星；第二个成果则是在第一次观测的基础上将恒星数目扩充到3240颗，编入《仪象考成续编》星表，并改1844年为历元。

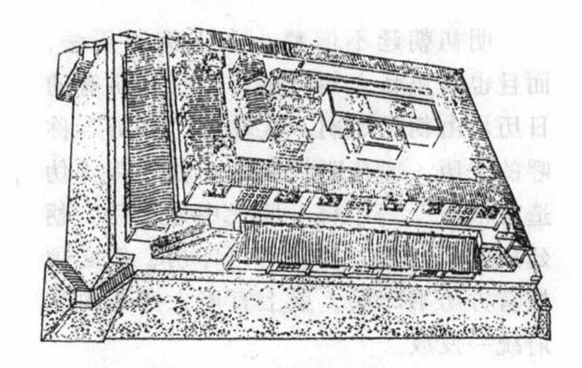
各个朝代都有专事观测的人。据《史记·天官书》记载：在上古，高辛氏以前有天文官重和黎；唐、虞时期有羲氏与和氏；夏朝有昆吾；商朝有巫咸；周代王室有吏佚和苌弘，各诸侯国也都有自己的天文官，宋国有子韦，郑国有裨灶，齐国有甘德，楚国有唐昧，赵国有尹臬，魏国有石申夫。他们往往兼有神职，是帝王的特殊顾问。

东汉时期，最高级别的天文官员称做太史令，管辖天文台和明堂两个部门。具体主持天文台工作的是灵台丞，灵台丞手下有42个助手，其中14人观测恒星，二人观测太阳，三人测风向，12人测晴雨，三人测时间，七人校验钟声，还有一人叫做“舍人”，管一些杂事。总之，分工十分细致。元代以前天文机构的人员配备大体如此。

元代的天文机构叫太史院。太史院下设推算局、测验局和漏刻局，共70人。

明初的天文机构下设两个分机构：司天监和回回司天监，后来司天监改称钦天监，内设天文、漏刻、大统历和回回历四科，回回历科除编制回回历法以外，更重要的是把观测推算结果提供给大统历作参考。回回司天监也改称回回钦天监，直到明惠帝以后两监合并为止，明成祖以后，南京作为故都，人员和仪器配备与北京完全相同。

中国古代的天文机构具有皇家性质，


元代天文台复原图

太吏令等天文官员，常常由皇帝亲自任命。由于编制历法和为皇帝占星是天文机构的两项主要任务，所以天文学家和占星家有时就是一回事。也正因为如此，天文官享有很多特权，比如清代的法律特别规定，钦天监官员犯罪要从轻判处。

为了维护帝王的绝对统治，朝廷对天文台的观测记录严格保密，禁止流传到民间，天文官员不允许与平民百姓随便接触。同时，民间也不许私自研习天文，这就阻碍了天文学的普及与提高。不过，从另一方面来说，中国古代的天文研究一直得到官方的扶持，研究经费、仪器设备和工作条件都有充分的保证，这种优越的条件是其他古国所不具备的。所以，尽管改朝换代，但观测和记录一直持续了2000多年，没有间断。

【历书】

历书就是日历。在古代，历书的内容包括各节气将发生在哪天，每月的月大月小和各日干支名称，以及何时加闰月等等。历法是编排历书的依据。

编历书和印历书是天文台的重要工作。而唐代以前，历书要靠文书抄写。由于日历需求量大，所以后来改用雕版印刷，节省了大量的人力和时间。

明初朝廷不但禁止私人编制历法，而且也禁止私人刊刻翻印日历，所有的日历均由朝廷印刷，这就是“皇历”称呼的来历。现存明代皇历上就刊有“伪造者依斩”等字样。明代中期以后，朝廷放宽了政策，民间可以印历，但必须按官方历书印制，盖上官府大印并由官府统一发放。

历代有关天象、历法、占星等方面的书籍非常多，但属于官方天文台编制的历法和观测数据，基本上被保存在官修二十五史中。

在《史记》中专门设立了独立的篇幅记载历法内容，叫做“历书”。从《汉书》到《宋史》，这期间除了《新唐书》外，一律将音律内容与历法内容收并一册，故叫做“律历志”。辽以后，历法内容又恢复独立。

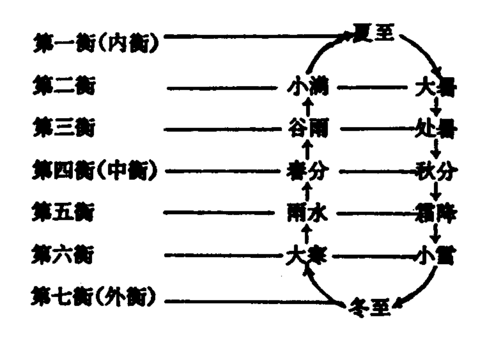
载于《新唐书·历志》的大衍历，把历法内容分为七个部分，即步气朔术、发敛术、步日躔术、步月离术、步晷漏术、步交会术和步五星术。“日行曰躔，月行曰离”（《新唐书·历志》），日缠月离就是指日月的运行。后代正史都效仿大衍历的编写结构。

关于天文、占星部分，正史也都单辟一卷，以示重视。这部分在《史记》中叫“天官书”，在《魏书》中叫“天象志”，在《新五代史》中叫“司天考”，其余正史中则称为“天文志”。

在《史记·天官书》中，首先介绍五宫中各星官的名称和位置，接着描述行星的会合现象并占其吉凶，然后是分野和占卜奇异天象，最后比较详细地叙述了西汉以前的天文发展史。《史记·天官书》的基本格局一直沿用到明清时期。

【盖天说】

盖天说是中国最古老的宇宙学说。成书于汉代的《周髀算经》，记载了盖天说发展过程中的两个阶段。



七衡六间与二十四节气

旧盖天说认为：天是圆的，像一顶华盖。地是方的，像一块棋盘。天是倾斜的，它的中心位置在人的北面。天以这个中心为轴向左旋转，太阳和月亮像锅盖上的蚂蚁，虽然它们在不停地向右行，但同时仍不得不随天向左行。空间充满了阴气和阳气，而阴气混浊，人的目光无法穿透，所以太阳早晨进入阳气中，晚上退入阴气中。而且夏天的阳气比冬天的多，所以夏天的白昼比冬天的长。

随着古人活动范围的不断扩大，地“方”的说法难以让人相信，并且天圆和地方，两者也不可能弥合。这些当然是旧盖天说最站不住脚的地方。

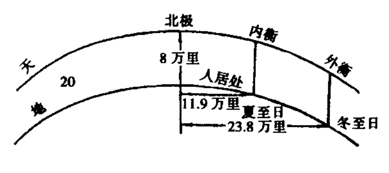
新的盖天说认为：天和地都是圆的，中间高而四周低，地像一个反扣的盘子，天像一顶斗笠。笠顶就代表北极，天以北极为中心旋转。太阳在随天旋转的同时，还要变换轨道，一年中向南变换六次，再向北变换六次，所以太阳共有七条轨道。太阳在夏至日时，沿内衡圈运

动。在冬至日时，沿外衡圈运动。与二十四节气的对应关系上，凡中气都在第一衡到第七衡的衡上运动，其他节气时太阳在衡与衡之间运动。

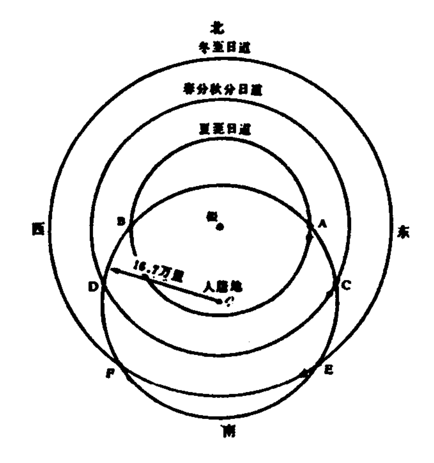
盖天说根据圭表测影结果，利用勾股定理推算出：天与地处处相距八万里。夏至日时，没有表影处离地理北极 11.9 万里。冬至日时，没有表影处离地理北极有 23.8 万里。中国则离地理北极有 10.3 万里。这张图是盖天结构的剖示图，便于读者理解。

盖天说还认为，太阳光的照射范围是有限的，其范围半径只有 16.7 万里。同时，人所能看见的距离也是 16.7 万里，这意味着在此范围以外的天体不会引起视觉反应。以此推理，太阳在白天应该离我们不到 16.7 万里，而夜晚则超出这个距离。

盖天说利用这个模式和数据确实可以解释一些天文现象。人居住的地方 O（即中国）在内衡圈以内，以 O 为圆心 16.7 万里为半径画一个圆，交内衡、中衡、外衡于 A、B、C、D、E、F 点。夏至日，太阳沿内衡走一圈，当太阳走到 A 点时，就能为人所见，相当于日出，A 对于 O 就是日出方向，太阳从 A 运行到 B 的过程就是白天。太阳过了 B 点就不为人所见，相当于日没，B 对于 O 就是日落方向，太阳从 B 走回 A 的过程就是黑夜。盖天说比较成功地说明了太阳为什么夏至日从东北方出现而在西北方



盖天说的天地关系



盖天说对某些天文现象的解释

消失的道理。又由于 A 到 B 的路程大于 B 到 A 的路程，故夏至日白天最长，气温最高。这一解释同样可用于冬至日。

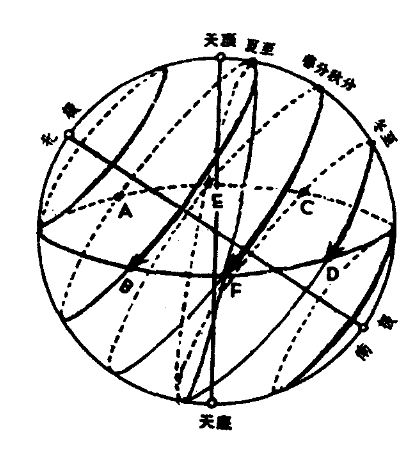
但是，盖天说也存在许多无法解释的问题。比如，在春分和秋分时，太阳应该出于正东方（即 C 点），没于正西方（即 D 点），这一点从图上看大致不错。可是白天黑夜应该平分一天，而图上的 C 到 D 的路程差不多只有 D 到 C 路程的 1/3。再有，按盖天说的规定，冬至日道（即外衡）为 23.8 万里，正好是夏至日道（即内衡）11.9 万里的两倍，那么太阳在冬至日要比在夏至日多走一倍的路程，也就是说，太阳在冬至日的运动速度要比在夏至日时快一倍，明显地与天象不符。盖天说其实经不起仔细推敲。

【浑天说】

在解释天文现象上，浑天说似乎更高一筹，得到很多的拥护者。

张衡在《浑仪注》里阐述了浑天说的主要思想：天是一个球壳，天包着地，像蛋壳包着蛋黄。天外是气体，天内有

水，地漂在水上。全天为$365^1/_4$度，其一半盖在地上，一半环于地下，所以二十八宿恒星只能看到其中的一半。南极和北极整整相差半个圆周。天的旋转正像滚动的车轮，没有停止的迹象。



浑天说解释图

分析浑天家制造的浑仪和浑象，有助于读者了解浑天说在解释天象方面的能力。与极轴垂直的圆有五个。靠近北极的圆叫恒显圈，凡在圈内的恒星，全年总在地面以上。靠近南极的圆叫恒隐圈，圈内的恒星总在地面以下，全年都看不到。位于中间的圆代表天赤道。太阳在春分和秋分时，沿天赤道运动，出于正东方的 E 点，没于正西方的 F 点，而且白天和黑夜所走的距离相等。天赤道以北，是太阳在夏至日所走的轨道，早晨出于东北方的 A 点，傍晚没于西北方的 B 点，白天所行路程明显多于夜晚。不仅如此，浑仪还可以定量地表示出与真实天象完全相符的数据。

盖天说能够演示的天象，浑天说同样能够演示。盖天说不能演示的天象，浑天说也可以。看来，浑天说在表现天体视运动方面是无懈可击的。然而，古人很难接受地是漂浮不稳的和日、月、星辰夜晚会浸泡在水里的假设，以致浑天说和盖天说之争相持了很长一段时间，直到唐朝。

这里不能不谈到，在盖天说定量化的过程中，曾运用了两个几何定理和一项假说，推出一系列结论的。两个几何定理是：（1）相似三角形的对应边成等比关系。（2）直角三角形的勾股弦定理。一个假设是：在南北两地用八尺表同时测量影长，相距1000里，影长应差一寸。问题正是出在这条假设上。然而不但盖天家们相信它，就连浑天家张衡、葛洪、祖暅等也把它当成公理，作推论的依据。

唐开元十二年（公元 724 年），一行和南宫说等人在河南的滑县、浚仪（今开封）、扶沟和上蔡等地同时测量影长，发现滑县距离上蔡 526.9 里，而影长却差 2.1 寸，完全否定了“日影千里差一寸”的假设。

这次著名的论证以后，浑天说便为绝大部分的人所信服，成为中国古代正统的宇宙学说。

【宣夜说】

在盖天说和浑天说中，天都是一个壳层结构，日月星辰都附着在天壳上。

而宣夜说认为：地面之上不存在固体的天壳，天之所以呈现出蓝色，那是因为离我们太遥远的缘故。地球以外到处都是气体，日、月、行星、恒星，甚至银河都是会发光的气体，它们在气体的推动下，自由来往，互不干涉。

虽然宣夜说对宇宙的物质结构有接近于真实的理解，但它一直没有发展起配套的计算模式，而更多地注重思辨性

的猜测，导致最后被发展成一种玄学。因此，宣夜说还不能称做完整的宇宙理论。

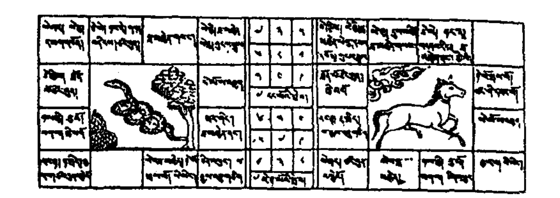
【藏历】

西藏在 11 世纪从印度引进了时轮历。200 年以后，陆陆续续有许多介绍时轮历的书籍问世。于此同时，藏族还吸收了汉族以寅月为正月的纪月法、二十四节气及日月食推算法等。总的来说，藏历体系融合了印度历和汉历两种历法的特点。

藏历以时轮历引进的那一年即公元 1027 年为历元，以五行取代天干、十二生肖取代地支，循环纪年，比如公元 1980 年相当于藏历 956 金阳猴年。藏历是一种阴阳历，平均年长接近回归年，平均月长接近朔望月。

藏历有独特的缺日和重日概念。所谓“缺日”就是昨天的日期直接跳到明天的日期。所谓“重日”就是连续两天用同一个日期。藏历每月的 1 日、15 日和 30 日不能缺，并且 1 日和 15 日必须逢朔和望，所以藏历缺日、重日的安排主要依据实际测定的朔望。同时表明，虽然藏历每月都有第 30 日，但并非每月都有 30 天。总之，尽量让月平均日数接近朔望月。

公元 1916 年，西藏设立了专门编算历书的部门，叫做历算局。每 10 年推算一次，历时一个半月。每年由地方政府印制发放历书，有两种刊刻版，一种供官员使用，一种给一般藏民使用。



西藏历书之一页

【回历】

回历，就是阿拉伯地区使用的历法。现在中国凡信仰伊斯兰教的民族都使用回历。

伊斯兰历法包括太阳历和太阴历两种，在中国颁行的回历是太阴历。在元明时期，回历是中国惟一的由朝廷颁布的少数民族历法，由于它与太阳运动周期无关，所以主要用于祭祀和纪年。由于回民长期与汉族杂居，他们在日常生活中仍然使用农历和公历。

回历的历元设在公元 622 年 7 月 16 日星期五。一年 12 个月，单月 30 天，双月 29 天，平年为 354 天。回历不设闰月而设闰日，逢闰之年，闰日一律安排在 12 月末尾。平年和闰年如何判断？将回历纪年除以 30，余数为 2、5、7、10、13、16、18、21、24、26、29 的就是闰年。

回历以新月初见之日作为初一，而不是朔，故望日也不在十五。虽然在回回历法中有严密的月亮位置推算公式，但其日历却平均分配大小月，并没有按照真实朔望定月首。

回历采用星期制度纪日，与印度历法相同，它们均传自古巴比伦和古希腊，只是回历以星期五金曜日为礼拜日。

【傣历】

2000 多年以前，傣族就与中原地区



傣历年历表及九曜位置表

的汉族发生交往，受到汉族文化的影响。史书中称之为“永昌徼外掸国”、“日南徼外掸国”。同时傣族又受到印度传来的小乘佛教的影响，吸收了印度历法的某些内容，使傣族历法形成一种独特的风格。

傣历纪元定于公元638年3月22日。平年12个月，单月30日，双月29日，共354日。八月是双月，应为29日，但隔几年就会加一日，成为大月。傣历规定朔望月为29.530583日，八月变大月的做法实质上是以闰日来调整月长，使其接近朔望月。傣历不但有闰日，也有闰月。闰月固定为30日，故闰年有384天或385天。置闰周期采用19年七闰法，闰月规定设在九月后，叫“闰九月”。因此，傣历是一种阴阳历。

傣族习惯上把每个月分成上下两部分，上半月15天，下半月14或15天。上半月从第一天开始，称为月出一日，月出二日，直到月出14日，上半月的最后一天为月出15日。下半月从第一天开始，称为月下一日，月下二日，直到月下14日，月末那天叫做月黑之日。由于傣历重望不重朔，又使用平朔，使傣历初一与汉历初一往往并不重合。

傣历在划分天区上，二十七宿和十二宫并用。计算日月行星位置时，以黄道坐标系表示，黄道一周为360°，1°等于60′。傣历中行星的恒星周期很精确，其中金星、水星的数值与现代理论值一致。

过去，天文历法知识只能由傣族中的佛教徒掌握，编印历书是佛寺的特权。

【彝历】

现在的彝历平年有12个月，闰年有13个月，属于阴阳历，置闰法也与汉历没有区别，但它以十二生肖纪年、纪月、纪日、纪时。

专家学者进行了多次的实地调查，发现在彝族地区曾经普遍使用过一年分为10个阳历月的纯太阳历，并获得了几部用彝文写成的专著，其中出于滇南弥勒县的《天文历法史》誊抄于1895年，记叙了远古的彝族首领创立十月历的经过。研究表明，彝族十月历非常古老，现已证实它与《夏小正》同出一源。彝族自古以来一直使用十月历，直到明清改土归流以后才改用农历，但某些偏僻地区甚至到1949年仍在使用这种历法。

古彝历一年10个月，每月36天，共360天。以十二生肖循环纪日，即每月有三个生肖周，每年有36个生肖周。余下的五天或六天单独作为过年日。古彝历一年有两个新年，大年称为星回节，大致在汉历的十二月份；小年叫火把节，大致在汉历的六月份，大年与小年固定相差185天，整整半年。无大小月之分。整齐划一，是古彝历的重要特征。

在彝族古籍中，还记载了一年中日月行星的出没方位和日月食规律。彝族对星空的划分基本上按照二十八宿体系，已经命名过的星有148颗。在彝语支的纳西族地区还流行着奇特的二十八宿二十七宿轮流纪日的制度，即28天为大月，27天为小月，循环交替。彝族地区稍有不同，以两个27天接一个28天作循环周期，平均月长27.33日，从天文学的角度看，这个月长相当于一个恒星月。恒星月纪日制度虽然在其他民族中不曾听说过，但在彝族和纳西族中的影响非常大。这种纪日制度一般仅用于宗教祭祀或占卜吉凶。至于恒星月纪日的起源和流传情况，还有待于进一步研究。

【苗历】

传说苗族古历原称子历，后改称猫历。实地调查发现，在200多年前，湖南西部的苗族居住区不用汉历而用自己的猫历。

古苗历以冬至为岁首，平年含12个月，其中头两个月有专门的名称，分别叫做动月和偏月。第三个月开始，从一到十排序，比如第三个月叫一月，第四个月叫二月，……第十二个月叫十月。每个月有确定的日数：动月和偏月各28天，其余10个月均为30天。古苗历每三年设置一个闰月，用置闰的办法来调整与季节的关系。这样平年日数为356天，闰年日数384天，平均年长为365.3天，所以苗历基本上属于阴阳历。

苗族还另有一套以月亮朔望为周期的简易纪日方法，主要用于年轻人的社交活动。

【天文学与数术】

在中国古代，“天”是一个极为复杂的概念。从字形上看，它是由“一”与“大”两个字组成的。正如我们在上一章中所提到的，“一”象征宇宙初始的混沌及其剖分，它把苍天划定为地面以上的部分，与大地相对应；至于“大”，古人认为世界上只有三种东西可以称得上“大”，即天、地、人“三才”。可见，“一”与“大”的组合体现了“天”复杂的文化内涵，这种文化内涵的具体形态就是古代“天文学”——数术的一支。之所以加引号，是因为这种”天文学”与我们今天所理解的天文学并不一致。下面就让我们来看一看：这种不一致究竟何在?

天文学与占星术

古代的天文观测发生很早，对各种星宿的数目、位置、大小、明暗及其变化，记录相当清楚。但是，这些记录以及相关的解释，与其称之为天文学，倒不如称之为星占或占星术，至少我们可以说，占星术是古代天文学的主体；而占星术，本来就是根据星象来占卜人事吉凶的术数活动，在古代，它是与政治活动密切相关的。《汉书·艺文志》上说：

> 天文者，序二十八宿，步五星日月，以纪吉凶之象，圣王所以参政也。

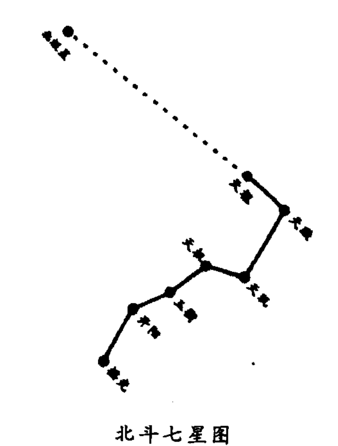
请看：确定二十八宿的位置和出没顺序，推算五星日月的运行轨道、速度和周期等，这本来属于今天所说的天文

学的内容，但在古代却被用作“纪吉凶之象”，转而成了星占活动；再进一步，“吉凶之象”又被统治者用来观察社会的兴衰治乱，衡量施政方略的得失！这条见诸史籍的明确记载，比较集中地反映了古人的“天文”观。

当然，占星术或古代天文学的政治化也是一个过程。从种种迹象来看，原始星占一般都是比较简单的。先民们给星宿命名，大多取自生产和生活中最熟悉的事物或一些神话传说，所要占卜的内容也大多限于一些日常的具体事情。《诗经·小雅·大东》曰：“维南有箕，不可以簸扬；维北有斗，不可以挹酒浆。”意思是说，南面天上有个簸箕，但不能拿来簸谷物；北面天上有个酒斗，但不能拿来舀酒。这里的簸箕指箕宿，四星连起来其形恰像一个簸箕；酒斗指斗宿，七星连起来，其形恰像一个酒斗。在彝族人那里，箕宿被称为“沙巴”，意思是“豹子过完”，因为箕宿前面的星宿分别叫豹头、豹眼、豹口、豹腰、豹心、豹尾，到箕宿时豹子全身都走完了。按照彝族毕摩（按即巫师）的说法，月亮遇到有关豹子的星宿对牲畜不利；又，遇到有老熊的星宿对人口不利，遇到母犀牛的日子种庄稼好，遇到大犀牛的日子洗澡过河好。诸如此类的星宿名称和星占内容，生动地揭示了先民们天真淳朴的心态。

这种情形到了商周时期就已经发生了变化。从前所要占问的，主要是民间的生产、生活问题，而这时则主要是观察国家的兴衰治乱和统治者的吉凶祸福。从商周卜辞和《周礼》的记载来看，商王、周王之进行星占，已经对黎民百姓的生产、生活问题没有多大兴趣了，他们主要关心的是自己的政治命运。天上发生日食、月食或出现一颗新星，商王只是问对自己是福是祸；周王任命官员记录星象变化，也只是想从其中窥测“天机”，以预知王室和诸侯各国的吉凶。当然，水旱之灾和收成丰歉也是要占问的，但着眼点也还是要看天下稳定不稳定，会不会危及自己的统治。

与星占的政治内容和政治目的相联系，统治者总是尽可能地垄断星占活动，星占者几乎都是国家任命的官员。据《史记》等古书记载，夏王朝，甚至夏王朝以前，就已经有了星占之官。这种记载近乎传说，其详情已很难确证。不过，殷商的巫咸，据甲骨文记载，是确有其人的，而且是一个地位很高的星占者。《巫咸星经》虽为后人伪托之作，不过其中有些内容也很可能出自当时的星占记录。周王身边的“保章氏”则是专职的星占之官，他的任务就是广泛观察记录各种恒星、行星、流星、彗星的出没隐现及其异常变化，以便为周王室和诸侯方国的兴衰治乱预卜吉凶。此外，视祲也承担一部分星占任务，他主要观察日旁的辉气，专门为周王注意祸福之兆。



北斗七星图

春秋战国时期，周王室和各国诸侯都有一些史官或大夫作为自己的星占之官，如王室的史佚、苌弘，鲁国的梓慎，宋国的子韦，郑国的裨灶，晋国的卜偃，楚国的甘公，赵国的伊皋，魏国的石申等。《左传》、《国语》等古籍中曾记有他们的星占事例。由于他们都能仰观天象而俯察人事，洞悉吉凶之兆与祸福之源，因而当权者对他们非常尊重，每逢星象有什么异常变化，都要向这些官员请教。

秦汉时期，星占是太史的重要职能之一。司马谈、司马迁父子都是西汉著名的太史令，他们所编的《史记·天官书》，每记一个星座，同时必须说明它在星占中的地位和意义。后来，以太史为中心，历代王朝都建有太史监、太史院、司天监、钦天监之类的机构，它们同样都承担着天文观测和星占两重任务。

也正是因为天文星占涉及帝王的"天命"及其兴亡的"天机"，它往往被视为一种保密的学问，除专门的官员外，普通百姓不准过问。太史监、司天台、观象台等更是皇家禁地，外人不得擅自进入，里面的官员也不能同外人随便往来。如果不了解古代天文学的神秘的数术特征及其政治内涵，这种现象似乎也是不可思议的。

"天人感应"

前面我们提到，《史记》记述天文星象的部分，标题为《天官书》。"天官"即天上的星官，这是古代天文星占特有的一个概念。据说，"星座有尊卑，若人之官曹列位，故曰天官"，因而根据一定的星官便可以为一定的官员占卜。从"天官"这个概念中我们可以约略窥见古代天文学中天象与人文的某种密切关联，事实上，这种关联构成了古代天文星占活动的前提。古人通常把这种关联称力"天人感应"。不过在先秦时期，星占家们并没有对"天人感应"作出理论上的阐明，这个工作是由西汉大儒董仲舒完成的。

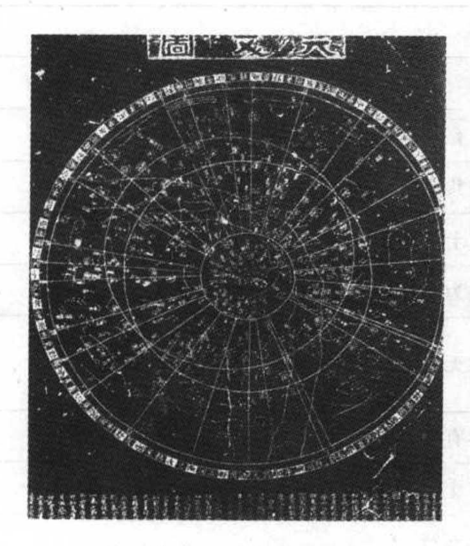
表三　董仲舒论天人之数

人数	天数
四肢	四时
每肢有三个关节	每时有三个月
四肢共有十二个关节	四时共有十二个月
人十月而生	天道十月而成
数以十进位	天数为十
人目不能二视，耳不能二听，手不能二事（不能一手画圆，一手画方）	天道无二
人有三百六十六个骨节	一年有三百六十六日
人有十二个大骨节	天有十二月
人有五脏	天有五行

董仲舒认为，天与人不仅在“数”上具有一致性（见表三），而且在“象”上也具有类似性（见表四）；天与人正是通过数和象而相互关联起来。

董仲舒进一步认为，天与人之间存在的象和数的关联，说明天与人乃是同“类”，而同类之间是可以彼此感应、相互影响的，因此，正如马群中一匹马鸣叫，其他的马就会应和一样，天象和人事之间也会相互感应（见表五）。

需要指出的是，董仲舒的“天人感应”学说并不是专门为天文星占作论证，但是它在客观上较为全面地为天文星占提供了理论依据；而且，由于这套理论与董仲舒提出的大一统学说和“罢黜百家，独尊儒术”思想同为汉武帝所接受，自此，与之相关的、作为一种数术活动的天文星占也堂而皇之地被历代王朝纳入上层建筑和社会意识形态之中，进而影响到国家的政治生活乃至个人的命运，下面让我们来对此略作说明。



苏州古代石刻上的天文图

表四 董仲舒论天人之“象”

人象	天地之象
头是圆形	天是圆形
头发	星辰
耳目	日月
呼吸	风气
知事	神明
乍视乍瞑	昼夜
柔刚	夏冬
哀乐	阴阳
骨肉	地厚
血脉	山川
腹腔	万物
足是方形	地是方形

星次分野

“分野”是古代占星学上最重要的学说之一。它是在划分星象的基础上，将天上的星座分配给地上的某个地区、州域或国家；当星象发生变化时，与它相应的地区也会因感应而表现出一定的征象。

据古书记载，分野观念在西周时期就已经出现了，后来逐渐流行起来，方法也很多，其中影响较大的是十二次系列和二十八宿系列。

“十二次”其实是一种岁星（按即木星）纪年法。春秋时期，礼崩乐坏，周天子地位也不断下降，各诸侯国纷纷采用本国君主在位的年数纪年，比较混乱。星占家出于星占的需要，便利用岁星十二年运行一周天的特点，把周天分为十二等分，岁星每年依次通过一等分，十二年运行一周，故名“十二次”。再把“十二次”依次与地上的各诸侯国对应起来，就形成了一种分野系列（见表

六)；二十八宿系列与此类似（见表七）。

当然，随着朝代变迁、行政区划的不断调整，以及星占家的师承门户之见，天上分星与地上分野的具体对应也会有出入，不过从二者的关系来看，它们并没有本质的差别。

那么，占星家究竟是如何运用这些对应关系来解说人事的吉凶祸福的呢？让我们拿十二次系列来对此略作说明。

十二次分野系列是根据岁星的运行周期来确立的，而岁星在古代是主管福禄的星官。因此，每当岁星到达某个侯国或州域所属的星次时，这个地区就会受到上天的保护和赐福，而别的国家则不能在此时攻击它，否则将会受到上天的惩罚。正因为如此。岁星在古代又有“福星”之称，所谓“福星高照”正是

表五　董仲舒论“天人感应”

天感	人应
天降美祥	帝王兴
天降妖孽	帝王亡
天将阴雨	人欲睡卧
夏多风暴	君臣无礼
秋多霹雳	王不从谏
秋多电火	王不明察
春夏多暴雨	王不聪明
庄稼不成	王不容人
天降雨石	苛政
秋暖春寒	徭役过重
冬暖夏寒	善恶不明
风伤五谷	上下失敬
冬湿多雾	刑罚过重

表六　十二星次分野系列

（据《周礼》注引郑司农说）

十二星次	星纪	玄枵	娵訾	降娄	大梁	实沈	鹑首	鹑火	鹑尾	寿星	大火	析木
分野	吴越	齐	卫	鲁	赵	晋	秦	周	楚	郑	宋	燕

表七　二十八宿分野系列

（据《史记·天官书》、《淮南子天文训》）

角、亢——兖州，郑　氐——兖州，宋　房、心——豫州，宋　尾、箕——幽州，燕
斗——江湖，越　牛——扬州，越　女——扬州，吴　虚、危——青州，齐　室、壁——并州，卫
奎、娄——徐州，鲁　胃——徐州，魏　昴、毕——冀州，魏　觜、参——益州，赵
井、鬼——雍州，秦　柳、星、张——三河，周　翼、轸——荆州，楚

以这一占星观念为背景的。

据《左传》记载，鲁昭公三十二年，吴国攻打越国，占星家史墨说："今年岁星莅临越国，吴国却攻打它，这是不吉利的，不出四十年，越国就会反过来灭掉吴国。"史墨的推断正是运用了岁星的这一占星学属性。至于"不出四十年"之说，则是以"存亡之事不过三纪"为依据的，一纪为十二年，三十六年之后，越国果然灭掉了吴国。

占星家们还认为，根据岁星的运行周期可以推定：如果一个人作了伤天害理之事，那么十二年之后必定会得到报应。《左传》中记载了许多这方面的事件。例如，鲁昭公十一年，周景王问苌弘："现在的各诸侯国，哪里吉利，哪里凶险?"苌弘说："蔡国有凶险。因为十二年前蔡世子般杀死了国君，现在岁星又回到十二次的豕韦笔者按即娵訾的区间上，所以蔡侯命数当绝。楚国将攻占蔡国，这是蔡侯弑君的报应。不过，当岁星到达大梁的区间上时，蔡国还会复国；那时楚国又有凶险了，因为上一次岁星位于大梁时，楚灵王也犯了弑君之罪。这就是天道啊!"不久，楚王果然杀了蔡侯，灭了蔡国；并且当岁星到达大梁时，即昭公十三年，楚公子比从晋国归来，杀了楚灵王，而后比又为弃疾所杀；同年，蔡国也复国了。

从这些占例中，可以略窥分野学说以及天文星占之一斑。在古代的占星家看来，天文星象不仅与国家的政治生活密切相关，而且与个人的命运也息息相关，这就是下文要说的"星命"观念。

星命之术

从"分野"学说中虽然已经可以看到星象与个人命运有关，不过明确将二者联系起来的还是"星命"观念。星命观念主要是因天文星占而产生的，到了汉代才开始活跃起来，后来又逐渐脱离了星占的轨道而变异为一种推命术。着眼于与天文星占的历史关联，我们向读者朋友们简要地介绍一下星命观念的产生和演变。

两汉之际，谶纬学说盛行于世。"谶"是预言的意思；"纬"相对于"经"而言，是对儒家经典的解释。谶纬的内容大多充满了神秘色彩。就拿古代诸帝王的出生来说吧，谶纬的记述就颇为玄乎。例如，纬书上说，黄帝将要出生时，有巨大的电光旋绕北斗，照亮了郊野，触着了其母附宝之身，于是生下了黄帝；白帝出生前，其母女节看到天空有虹一般的大星下流华渚，于是感而有孕；黑帝的出生也与此类似，据说曾有霓一样的瑶光从月亮中穿过，感着了坐在闺房中的女枢，才生下了黑帝。由此，黄帝、白帝、黑帝就成了星神在地上的化身。谶纬中的这些思想，可视为星命观念之滥觞。

在谶纬学说的影响下，有一些天文



天文星象与个人命运息息相关

学家和哲学家也借天文星占而把星命观念理论化。例如，东汉大思想家王充在他的《论衡》中就论述道：每个人的生命都来自于天上众星宿之精华。由于每个人所禀受的精气本身有薄厚软硬等差别，因而人的命运才有贪富、贵贱、强弱、寿夭等差异。

到了魏晋时期，道教思想家葛洪又发挥了王充的星命观。葛洪在《抱朴子·内篇·塞难》中写道："命之修短，实有所值，受气结胎，各有星宿。"也就是说，每个人的生命和命运，实际上在其母亲怀胎时，就已经由所遇星宿所决定了。据说，有的人"命属生星"，则其人必好学仙道，且学之必得；有的人则"命属死星"，这种人必不信仙道，而且不会自己去学仙道。不过，对于"生星"、"死星"的具体所指，葛洪并没有明说。此外，葛洪还提到了所谓"圣宿"、"贤宿"、"文宿"、"武宿"、"贵宿"、"富宿"、"贱宿"、"贫宿"等等，也都语焉不详。

真正把星命理论变成星命之术，大概始于唐代；其中最重要、最著名的人物，当推中唐的李虚中。据文学家韩愈为李虚中所写的墓志，其星命之术主要是用个人出生时日的干支，以五行旺相、相生相克之理来推断人事的吉凶祸福，看来已经很接近后世的八字推命术了；据说其术玄妙复杂，且"百不失一二"，极受时人推崇。五代时，术士徐子平明确以四柱八字立论来推断命运，不过这里的干支只是用作符号，与星象已经没有多大关系了。

后世推命术中与天文星占关系比较密切的是所谓"神煞"观念。神煞是指具有神性的各种各样的星象，它们以干支顺序排列，循环出现。某人出生时适逢某个神煞降临，即所谓"照命"、"入命"，这个神煞就将影响此人一生的命运。例如，遇上天德星，就是贵人命，一生吉利，得享荣华富贵；遇上月德星也是好命，大吉大利；遇上天赦星也不错，一生处世无忧；遇上三奇星，出类拔萃，博学多才；遇上文昌星，聪明过人，文思敏捷；遇上华盖星，则是和尚命、道士命……一个人如果老是倒霉，一定是遇上了十恶不赦、六甲空亡、天罗地网、亡神、六厄之类的灾星；遇上将星、魁星之类，只要小心谨慎，一生也还是不错的；若是"桃花煞入命"，则其人必为酒色猖狂之徒。如此等等。不过，许多神煞在天文星占图上并没有其名其位，即使有，也根本不管它们何时隐现出没。可见，作为神煞的星象大多出于虚构，与之相关的推命术也与天



古代星宿图



东汉思想家王充

文星占相去甚远了。

唐代佛教非常兴盛。伴随着佛经的输入和翻译，古印度的占星术和星命术也传入中国。这些外来的星占术，倒是与星象直接相关，不过在中国影响并不大。

以上对古代天文星占的基本观念和形态作了一番简要的介绍。尽管这些观念和形态在古代都被冠以“天文”之名，但是，如果从现代天文学的观点来看，其中的大部分内容恐怕都要被排除在外。现代天文学主要关注的是“序二十八宿，步五星日月”这些内容，至于所谓“纪吉凶之象”、“圣王所以参政”之类是与现代天文学毫无关涉的。在古代天文学中，现代人所谓的“科学”与“迷信”共存，二者纠缠不清，难解难分。古今天文学之差别，其大旨在此。在对数术的其他形态的介绍中，我们还会看到这种类似的现象时时出现。

【历法学与数术】

提到“历”，读者朋友们可能很快会想到日常生活中使用的日历，并且会说：“日历嘛，我常用。今天是公元2001年3月20日……对了，今天应当是春分吧?”如果您还具有一些“历法”的知识，您可能还会再加上两句：“今天太阳自南至北经过赤道正上方，北半球昼夜时间等长；以后每天太阳将逐渐北移，北半球白昼逐渐增长，黑夜逐渐缩短。”那么，历法究竟是怎么回事?古人也和今天的我们一样使用历法么吗?本章将从数术的视角，来和读者聊一聊有关古代历法的几个话题。

历法和历忌

我们知道，太阳、地球、月亮自身及其相互间的运动，形成了人们对日、月、年的概念：人们根据地球自转所产生的昼夜交替现象，形成了“日”的概念；根据月亮绕地球公转所产生的圆缺变化（朔望）现象，形成了“月”的概念；又根据地球绕太阳公转所产生的四季交替现象而形成了“年”的概念。三个概念所依据的物质运动是相互独立的。据测定，地球绕太阳公转一周的时间约为365.2422日，这叫一个回归年；从一次新月到下一次新月发生的时间间隔约为29.5306日，这叫一个朔望月。以回归年为单位，在一年中安排多少个整数月，在一月中又安排多少个整数日以及怎样选取一年的起算点的方法，就叫“历法”。简言之，所谓历法，就是根据太阳、地球、月亮的运行规律，推算年、月、日的长度及其相互关系，制定时令顺序的法则。

由此可见，历法是与天文学有关的。的确，古代历法的制订及其不断完善正是与天文学的发展密切相关的，因而古人也往往将“天文”与“历法”并称。不过，正如我们在上一章中所介绍的，

古代天文学中既有现代天文学的天象观测的科学成分，又有星占、星命等神秘的数术方面的内容；古代历法学也与之类似，就像《汉书·艺文志》上所说：

> 历谱者，序四时之位，正分至之节，会日月五星之辰，以考寒暑杀生之实。故圣王必正历数，以定三统服色之制，又以探知五星日月之会。凶厄之患，吉隆之喜，其术皆出焉。此圣人知命之术也，非天下之至材，其孰与焉！

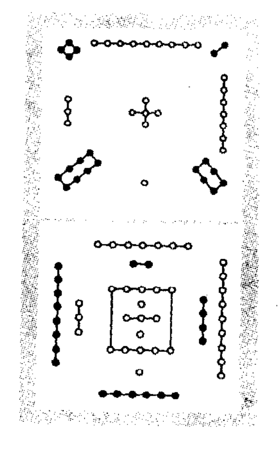
这段话比较集中地概括了古今历法学的异同。“序四时之位，正分至之节，会五星日月之辰，以考寒暑杀生之实”，这与现代历法学的旨归是一致的；至于由此“以定三统服色之制”。知“凶厄之患，吉隆之喜”，就是古代历法学所特别关注，而非现代历法学所能理解和接受的了。也正是后者，才使得历法学在古代被推崇为“圣人知命之术”，其中奥妙，非常人所能参透。

读者不妨回忆一下本书“前言”中所提到的汉武帝娶妇的故事，类似故事中所说的探讨某日娶媳妇是否恰当之类的事务恰恰才是古代历法活动的主体！而现代历法学所关注的时间推算和日历编制之类的活动，只占其中的一小部分；当然，这一小部分，也是其中必不可少的。不过，由此看来，古代的历法之学倒不如说是“历忌之学”更为恰当。正因为如此，古人才将历法类书籍归入数术类。本书对古代历法的介绍，也主要着眼于其中的历忌之学。

历忌之学在古代源远流长，内容也极为丰富、复杂。如东汉的王充在《论衡》中即提到了葬历、祭祀历、沐历、裁衣历、工伎历、堪舆历等六种历书，它们涉及到礼乐、征伐、祭祀、修建、婚丧，乃至除草、缝衣、洗头等各方面的吉凶宜忌，简直可以说是古代的生活百科全书。又如清代乾隆皇帝钦定的《协纪辨方书》，可以看作是古代历忌之学的集大成之作；其中头两卷的“本原”部分，共有三十多个条目，包括河图、洛书、先天八卦、后天八卦、十天干、十二地支、十二律、二十八舍、四序、六辰、十二月辟卦、五行、三合、二十四方位、纳甲、纳音、墓龙变运、游年变卦等，可以看作历忌之学的基本要素和原理。我们也可以由此略窥古代历忌乃至历法的社会功能和文化意义，它们实在并非现代人通常所了解的“历法”所能涵括。

古历沿革

据学者统计，自古代以至民国，中国人所制订的历法有一百零四部之多。其中最早见诸史籍的是所谓“古六历”，即黄帝历、颛顼历、夏历、殷历、周历和鲁历。古六历久已亡佚，自汉代即已不得见，其内容散见于以后历代史志之



河图洛书



日晷——古代测定时刻的装置

中。这里值得注意的是，尽管在古代即已有学者指出，古六历均产生于周代和汉代之间，但是它们的制订者却被追溯到了传说中的上古帝王。这种托古现象很是耐人寻味。

根据这些传说，在远古时代，每一位兴起的帝王都有编制历法的功绩。例如，《史记·历书》“索隐”称“黄帝使羲和占日，常仪占月，臾区占星气，伶伦造律吕，大桡作甲子，隶首作算数，容成综此六术而著调历也”，不仅认为黄帝于制历有功，与其他多种数术活动也有莫大的关系。黄帝之后，颛顼帝则令重、黎分管天地，确定日月星辰在天空中的位置以及运行轨道；帝尧也让羲和根据日月星辰的运行规律制订历法，让人们按照天的旨意行动。据《论语》上说，帝尧在把帝位禅让给帝舜时曾经说：“啊！舜呀，根据上天的历数，帝位已经落到你的身上了，你一定要做到恰如其分！”后来帝舜让位给帝禹时，也说了这样的话。

当然，传说毕竟是传说，我们不能完全把它们当作真实的历史。不过，这些传说中透露出一条类似于古代天文的重要信息：历法的制订与国家的政治生活密切相关。事实上，如同传说时代一样，以后的历代帝王——尤其是开国之君——登基之后，都要宣布“改正朔，易服色”，其中“易服色”是指改变衣服、旌旗等的颜色，“改正朔”——“正”指正月，为一年之始；“朔”指初一，为一月之始——即制订新历法；连谋反、篡位者也不例外。为什么要这样呢？因为历法在古代是被看作天帝意志的表征的，如《汉书·律历志》所云：



秦始皇陵兵马俑

"历者，天地之大纪，上帝所力。"而帝王即位又都自称是"受命于天"，这在历法上也自然要有所体现。也正因为如此，阴阳、五行等数术观念才得以渗透到历法中来，这种现象主要是从秦汉时期开始的。

我们已经知道，早在春秋战国时期阴阳、五行思想即已产生。人们用阴阳之说统辖天地、昼夜、男女等自然现象，以及动静、刚柔、尊卑等抽象观念；用五行之说统辖时令、方向、神灵、音律、服色、食物、气味、道德等，以至于帝王世系和国家制度（参见表八）。后者的集中体现就是邹衍的"五德终始说"。

根据"五德终始说"，做天子的必须得到五行中的一德，然后上天显示其符应，他才能稳坐天子之位。如果他的德衰败了，有得到五行中的另一德的——这一德克胜所衰之德——就起而代之。这样照着五行相克的次序运转下去，就是历史上的改朝换代。比如，据说黄帝得土德，上天就显示黄龙地螾（笔者按即大蚯蚓）之祥，所以他做了王，服色尚黄，制度尚土；其后土德衰，在五行中木克土，所以禹据木德而兴，他就得了草木秋冬不杀的祯祥，建立了木德的制度，换用了青色的衣物；此后汤以金德而克夏木，文王以火德而克商金，也各有与其表德相应的符瑞、制度和服色。

到秦始皇统一天下以后，他是应居于克周火的水德的，只是不见有上天的符应下来，因此就有人对他说，从前秦文公出猎时曾经获得一条黑龙，可见水德的符应在五百年前就已经出现了。他听了很高兴，就按照邹衍的学说制定了一套水德的制度：用颛顼历，以十月朔为岁首；衣服和旌旗都用黑色；数以六为纪，如符是六寸，舆是六尺，乘是六马等；行政刚毅戾深，事皆决于法；更黄河名为德水。

表八　五行大系

	木	火	土	金	水
时	春	夏	季夏	秋	冬
空	东	南	中	西	北
数	三、八	二、七	五、十	四、九	一、六
帝	太昊	炎帝	黄帝	少昊	颛项
神	勾芒	祝融	后土	蓐收	玄冥
天干	甲、乙	丙、丁	戊、己	庚、辛	壬、癸
地支	寅、卯	巳、午	辰、戌丑、未	申、酉	亥、子
八卦	震、巽	离	坤、艮	乾、兑	坎
音	角	徵	宫	商	羽
色	青	赤	黄	白	黑
味	酸	苦	甘	辛	咸
臭	膻	焦	香	腥	朽

	木	火	土	金	水
五脏	肝	心	脾	肺	肾
虫	鳞	羽	倮	毛	介
牲	羊	鸡	牛	犬	猪
谷	麦	菽	稷	麻	黍
兵	矛	戟	剑	戈	盾
气	风	阳	雨	阴	寒
……	……	……	……	……	……

表九　二十四节气

月　份	正月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
节　气	立春	惊蛰	清明	立夏	芒种	小暑	立秋	白露	寒露	立冬	大雪	小寒
中　气	春雨	春分	谷雨	小满	夏至	大暑	处暑	秋分	霜降	小雪	冬至	大寒

秦以后，汉高祖刘邦以布衣得天下，其佐臣亦多起自民间，对前代的这些典章制度及其背景都不甚解，就沿用了秦代的各项制度，仍自居水德（也有人说，汉因秦的国运太短，不认为它能算作一德，认为继周者当为汉）。不过，很快就有人对此提出了异议，认为克水者土也，秦为水德，则汉当为土德，如此争论不休。伴随着这场争论，又出现了一种新的学说——“三统说”。

“三统说”的具体渊源已不得而知，不过其产生应当是在“五德说”之后，由于汉初大儒董仲舒等人的支持，其影响也很大。其实细考起来，二者的论调大同小异，并无本质区别，主要只是把周期运转的主体由木、火、土、金、水“五德”改成了黑、白、赤“三统”而已。持“三统说”者认为，夏是黑统，商是白统，周是赤统，周以后又轮到黑统了。

争论各方相持不下，到了汉武帝时期，只好采取了一种折中的做法：用“三统说”定正朔，用“五德说”定服色。由于汉为黑统，黑统建寅，故以正月为岁首；又因汉属土德，土德尚黄，故以黄为服色之正。武帝又于这一年（公元前104年，本来是元封七年）改元太初，所以这一年所颁定的新历被称为“太初历”。这是中国古代第一部有成文见诸史志的历法，它的影响是极为深远的，其中，将二十四节气（表九）入历，废止年终置闰，以无中气之月为闰月的做法一直沿用到今天，被称为“夏历”。



殷商甲骨卜辞上的“日历”

这里还有一件有意思的事情值得一提。太初历将起点确定在元封七年十一月初一甲子日的夜半，也是有占星学意义的。因为此时“七曜皆会聚斗、牵牛分度，夜尽如合璧连珠也”。就是说，当时的天象为日月合璧、五星连珠，这在占星学中是大吉之时，将它取为推算的起点，显然可以起到神化太初历的作用。

自太初历以后，历代改历之举更受重视，且愈改愈加精密，不过改历背后的星占和政治因素却始终都是存在的，太初历的颁行就是一个缩影。

干支始末

“干支”是十天干、十二地支的合称，其中十天干为甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸；十二地支为子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥。在中国古代的历法学乃至整个数术系统中，干支都是一对很重要的概念。在前面的介绍中我们已经对它们有所提及，这里再从古代历法特别是其数术特征的角度作一简要介绍。

干支的产生及其被运用于历法已经相当久远了，例如上一节我们就曾提到过“黄帝使大桡作甲子”之说。作为一种传说，其真伪已不可考，不过在考古发掘出土的殷商甲骨卜辞上，已经发现有完整的干支表，据学者考证，这是用来纪日的，或许可以看作当时人所使用的“日历”吧。另据有关史料，中国最晚从春秋时期鲁隐公三年（公元前720年）二月己巳日起，使用干支纪日一直到清代宣统三年（公元1911年）止，在这二千六百余年的漫长岁月中，既没有间断，也没有发生过错乱：这是世界上至今所知最长的纪日史料。

用地支纪月，大致始于春秋时期。当时人们把日南至的月（即冬至所在之月）称为子月，之后顺次为丑月、寅月……子月之前，反向依次是亥月、戌月、酉月……至于干支相配纪月成为定式，一般认为起于唐代，其方法是：将十二地支固定分配给十二个月，即正月为寅，二月为卯，三月为辰……十一月为子，十二月为丑；然后再根据当年的天干确定月的天干，其中亦有规律可循：年的天干为甲或己时，则正月的天干为丙；年的天干为乙或庚时，则正月的天干为戊；年的天干为丙或辛时，则正月的天干为庚；年的天干为丁或壬时，则正月的天干为壬；年的天干为戊或癸时，则正月的天干为甲。民间有口诀以记其法：“甲己之年丙作首，乙庚之岁戊为头；丙辛之岁寻庚上，丁壬壬位顺水流；若问戊癸何处起，甲寅之上好追求。”正月的干支既定，其他各月则可顺次推知（参见表十）。

表十　年上起月

月干支 / 月份 / 年干	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
甲己	丙寅	丁卯	戊辰	己巳	庚午	辛未	壬申	癸酉	甲戌	乙亥	丙子	丁丑
乙庚	戊寅	己卯	庚辰	辛巳	壬午	癸未	甲申	乙酉	丙戌	丁亥	戊子	己丑
丙辛	庚寅	辛卯	壬辰	癸巳	甲午	乙未	丙申	丁酉	戊戌	己亥	庚子	辛丑
丁壬	壬寅	癸卯	甲辰	乙巳	丙午	丁未	戊申	己酉	庚戌	辛亥	壬子	癸丑
戊癸	甲寅	乙卯	丙辰	丁巳	戊午	己未	庚申	辛酉	壬戌	癸亥	甲子	乙丑



郭守敬像

这里又涉及到干支纪年。干支纪年据说始自西汉末年篡位的王莽。自东汉光武帝建武三十年（公元54年），干支纪年法得到推广，一直延续至今，从未间断，其法为：以甲子为第一年，乙丑为第二年，丙寅为第三年……至癸亥满一周期（即所谓"一甲子"，参看表十一），整六十年；然后再从甲子开始，如此周而复始。

大致也是从东汉建武以后，人们又开始用干支纪时，其法为：把一天分为十二个时辰，与地支相配，起子（相当于现代的夜里二十三点至凌晨一点）至亥（相当于现代的二十一点至二十三点）；然后再根据当日的天干确定每一个时辰的天干：若日干为甲或己，则该日子时为甲子时；日干为乙或庚，则该日子时为丙子时；日干为丙或辛，则该日子时为戊子时；日干为丁或壬，则该日子时为庚子时；日干为戊或癸，则该日子时为壬子时。民间亦有口诀以记之："甲己还加甲，乙庚丙作初；丙辛从戊起，丁壬庚子居；戊癸何方发，壬子是真途。"子时干支确定，其他时辰亦可顺次推知（参见表十二）。

这样，年、月、日、时四组干支共有八字，后人所说的"生辰八字"，就是由此而来的。比如，某人的生日是公元1978年9月10日11时22分，查万年历，知当日为农历戊午年八月初八，则此人的生辰八字当为戊午（年）、辛酉（月）、乙亥（日）、壬午（时）。不过，东汉人只知道用干支来纪年、月、日、时，还不知道用它们来确定生辰八字，更不知道用生辰八字来推算命运吉凶，八字推命术是唐以后才有的。

秦汉之际，随着五德终始说的盛行，许多事物都被纳入以五行为统领的系列之中，干支也不例外（参看表八）；而根据阴阳观念，人们又规定，十干中的甲、丙、戊、庚、壬，十二支中的子、寅、辰、午、申、戌，具有阳刚的内涵；十干中的乙、丁、己、辛、癸，十二支中的丑、卯、巳、未、酉、亥则具有阴柔的内涵。其实，干、支本身又被称为天干、地支，也有这种意味。

经过这种结合之后，干支就不再是单纯的符号，而随着阴阳五行具有了相生、相克、相冲、相合等关系，并且有了吉凶的内涵了。比如，甲子对应木水，水生木，也就是支生干，如果用来纪日，则甲子日为吉日；相反，甲申对应木金，金克木，即支克干，若用以纪日，则甲申日为凶日，如此等等。

干支与阴阳五行结合之后，俨然如常人得道成仙一般，变得神通广大、法力无边了。

表十一　六十年甲子

甲子	乙丑	丙寅	丁卯	戊辰	己巳	庚午	辛未	壬申	癸酉
甲戌	乙亥	丙子	丁丑	戊寅	己卯	庚辰	辛巳	壬午	癸未
甲申	乙酉	丙戌	丁亥	戊子	己丑	庚寅	辛卯	壬辰	癸巳
甲午	乙未	丙申	丁酉	戊戌	己亥	庚子	辛丑	壬寅	癸卯
甲辰	乙巳	丙午	丁未	戊申	己酉	庚戌	辛亥	壬子	癸丑
甲寅	乙卯	丙辰	丁巳	戊午	己未	庚申	辛酉	壬戌	癸亥

表十二　日上起时

	子时	丑时	寅时	卯时	辰时	巳时	午时	未时	申时	酉时	戌时	亥时
甲己	甲子	乙丑	丙寅	丁卯	戊辰	己巳	庚午	辛未	壬申	癸酉	甲戌	乙亥
乙庚	丙子	丁丑	戊寅	己卯	庚辰	辛巳	壬午	癸未	甲申	乙酉	丙戌	丁亥
丙辛	戊子	己丑	庚寅	辛卯	壬辰	癸巳	甲午	乙未	丙申	丁酉	戊戌	己亥
丁壬	庚子	辛丑	壬寅	癸卯	甲辰	乙巳	丙午	丁未	戊申	己酉	庚戌	辛亥
戊癸	壬子	癸丑	甲寅	乙卯	丙辰	丁巳	戊午	己未	庚申	辛酉	壬戌	癸亥

择吉月日

方才我们在介绍干支时已经提到，由于与阴阳、五行的结合，干支所纪的时间也有了相生、相克、相冲、相合等关系，因而带上了吉凶的色彩：这就与历忌有关了。古代历忌之学的核心内容就是探讨某时行某事的吉凶宜忌。其中的方法多如牛毛，不胜枚举，例如在《协纪辨方书》中就总结列出了二百多个条例，今略举数条，以明其要。

古时有“四大吉日”之说，是说一年四季之中的每一季都有一天为大吉之日，又称“天赦日”，即立春后戊寅日、立夏后甲午日、立秋后戊甲日、立冬后甲子日。对照前面所说的干支与五行的对应关系，我们不难发现，这四个日子的对应五行都是相生的关系，所以被定为吉日。

在“十方墓”之说中，又列出了八大凶日，即甲申、乙酉、丁亥、戊子、庚寅、辛卯、壬辰、癸巳。这是因为其中的干支存在着相克的关系，所以它们是凶日。

类似地，还有“八专日”之说，即取定八个五行相重的日子：壬子、甲寅、乙卯、丁巳、己未、庚申、辛酉、癸亥，它们分别对应水水、木木等。据说此时阴阳平衡，天地朦胧，吉凶不定，所以不能轻举妄动。

再如，“建除十二神”之说也是一种重要的历忌方法，又称“十二直”，是以占星学原理作为其思想基础的。十



我国民间建房时选择吉月日

二直与干支纪日的对应方法为：以正月节后最初的寅日为建日，卯日为除日，余日顺次推之，至子日为开日，丑日为闭日；二月则以卯日为建日，三月以辰日为建日，等等。为了避免两月之间十二支与十二直出现余日，遂以每月节气那天的十二直重复其前日的十二直，即可实现上述对应。以下据陈遵妫《中国天文学史》，列出十二直的名称及其吉凶意义：

建日：吉日；
除日：去旧迎新，吉；
满日：宜祭祀、祈愿；
平日：万事皆吉；
定日：宜聚会、忌医疗；
执日：修建吉、外出凶；
破日：万事不利；
危日：万事皆凶；
成日：结婚吉、诉讼凶；
收日：收割吉、开张凶；
开日：婚姻、开张吉，葬礼凶；
闭日：万事皆凶。

说到这里，我们又要提醒读者朋友们回忆一下本书中提到的汉武帝娶妇的故事：同一件事情，为什么不同的术士却会意见不一甚至大相径庭呢？其实，这种现象在历忌活动中并不少见，也不难解释：由于采用的历忌学原理不同，所以结论难免会自相矛盾。比如，南北朝时，北齐文宣帝高洋在称帝之前，让历算家宋景业推算一下登基的吉日。当时，宋景业用《周易》为文宣帝算了一卦，得到了“乾”卦变为“鼎”卦，宋景业说：“乾卦象征君王和天帝，《周易》中说：‘时乘六龙以御天’。鼎卦对应着五月，这预示着仲夏是登基的吉时。”有些术士反对宋景业的结论，它们说：“按照阴阳学说，五月是不能行任职之事的，否则任职者将会死于官位之上。”宋景业反驳说：“这才是大吉之兆呢！帝王是天之骄子，一日为帝，终身在位，怎么能不死在官位上呢？”高洋听了很高兴，当即接受了宋景业的意见。其实，在这种情况下，双方都是持之有故、言之成理的，孰是孰非实在难以判定，最终的结果恐怕只能是看哪一位术士更能言善辩了。

以上我们从数术的角度对古代的历法学作了一些简要的介绍。很显然，古代历法学是一门包罗万象的学问，本章的介绍只是其中非常有限的一部分；抛开历法学的神秘性不谈，单就其人类学意义而言，无论是从深度还是从广度上，对于理解中国古代的历史文化，其价值都是不容忽视的；古人认为历法学“究天人之际，通古今之变”，看来此言的确不虚。

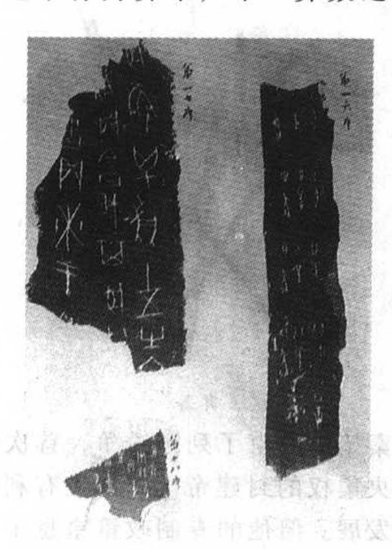


我国各少数民族选择好日子出行

五、数学

【古代数学】

数学是中国古代最为发达的学科之一，通常称为算术，即“算数之术”。



甲骨文数字

就是说，古代的术语算术对应于英文的 *mathematics*，而不是 *arithmetic*。在初等范围之内，它包括今天数学教科书的算术、代数、几何、三角等方面的内容。后来，算术又称为算学、算法，宋元开始使用“数学”一词。此后，算学、数学并用。1939 年 6 月中国数学名词审查委员会确定用“数学”而不用“算学”。

历代数学家的数学著述正是数学进步的脚印。中国古代的数学著述通常称为算经，它们是数学成就的载体。因此，我们的综述着重介绍算经，兼及杰出的数学家。历代出现过多少算经，不得而知，西汉至宋元的算经大多亡佚，目前仅存 20 余种。明清留下的算经较多，可惜中国已经失去了数学大国的地位。笔者认为，中国古代数学的起源和发展大致分成这样几个明显的阶段：春秋以前数学的萌芽，战国至两汉以《九章算术》为代表的数学框架的确立，魏晋至唐初的数学理论的奠基，宋元数学高潮，以及明朝衰落，明末以后以中西数学融会贯通为特点的复兴时期。

春秋前中国数学的萌芽

我们的先民在从野蛮走向文明的漫长历程中，逐渐认识了数与形的概念。出土的新石器时期的陶器大多为圆形或其他规则形状，陶器上有各种几何图案，通常还有三个着地点，都是几何知识的萌芽。先秦典籍中有“隶首作数”、“结绳记事”、“刻木记事”的记载，说明人们从辨别事物的多寡中逐渐认识了数，并创造了记数的符号。殷商甲骨文（公元前 14—前 11 世纪）中已有 13 个记数单字，最大的数是“三万”，最小的是“一”。一、十、百、千、万，各有专名。其中已经蕴含有十进位置值制萌芽。传说伏羲创造了画圆的“规”、画方的“矩”，也传说黄帝臣子倕是“规矩”和“准绳”的创始人。早在大禹治水时，禹便“左准绳”（左手拿着准绳），“右

规矩”（右手拿着规矩）（《史记·禹本纪》）。因此，我们可以说，“规”、“矩”、“准”、“绳”是我们祖先最早使用的数学工具。人们丈量土地面积，测算山高谷深，计算产量多少，粟米交换，制定历法，都需要数学知识。《周髀〔*bì* 婢〕算经》载商高答周公问，提到用矩测望高深广远。相传西周初年周公（公元前 11 世纪）制礼，数学成为贵族子弟教育中六门必修课程——六艺之一。不过当时学在官府，数学的发展是相当缓慢的。

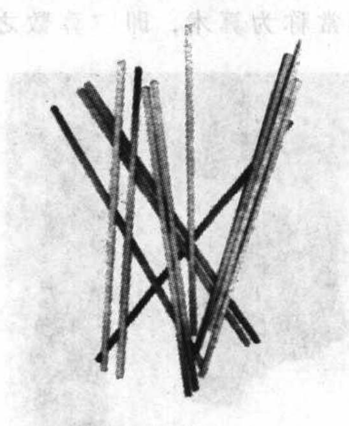


刻有数码的商代甲骨

春秋时期，随着铁器的出现，生产力的提高，中国开始了由奴隶制向封建制的过渡。新的生产关系促进了科学技术的发展与进步。此时王权衰微，畴人四散，私学开始出现。最晚在春秋末年人们已经掌握了完备的十进位置值制记数法，普遍使用了算筹这种先进的计算工具。人们已谙熟九九乘法表、整数四则运算，并使用了分数。

战国至两汉中国数学框架的确立

战国时期，各诸侯国相继完成了向封建制度的过渡。思想界、学术界诸子林立，百家争鸣，异常活跃，为数学和科学技术的发展创造了良好的条件。尽管没有一部先秦的数学著作流传到后世，但是，人们通过田地及国土面积的测量，粟米的交换，收获及战利品的分配，城池的修建，水利工程的设计，赋税的合理负担，产量的计算，以及测高望远等生产生活实践，积累了大量的数学知识。据东汉初郑众记载，当时的数学知识分成了方田、粟米、差分、少广、商功、均输、方程、赢不足、旁要九个部分，称为“九数”。九数确立了《九章算术》的基本框架。



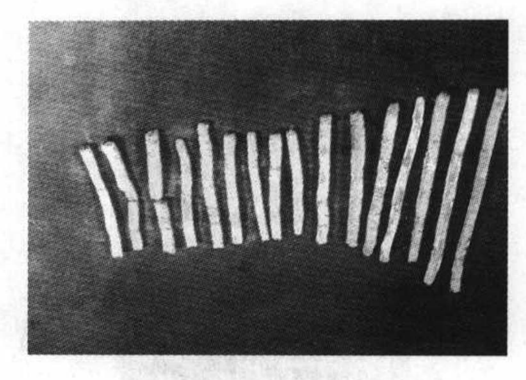
算筹

秦始皇结束了列国纷争，首次建立了中央集权的封建帝国，本应有利于数学的发展。但他的专制政策窒息了百家争鸣的学术空气。秦朝的残暴统治，尤其是焚书坑儒，给中国文化事业造成空前的浩劫。不久，刘邦利用推翻暴秦的农民起义，统一了中国，建立了汉朝，史称西汉。西汉政府与民生息，社会生产力得到恢复、发展，给数学和科学技术的发展带来新的活力，人们提出了若干算术难题，并创造了解勾股形、重差等新的数学方法。同时，人们注重先秦文化典籍的收集、整理。作为数学新发展及先秦典籍的抢救工作的结晶，便是《九章算术》的成书。《九章算术》（省

称《九章》）是中国最重要的数学经典，它之于中国和东方数学，大体相当于《几何原本》之于希腊和欧洲数学。在世界古代数学史上，《九章》与《原本》像两颗璀灿的明珠，东西辉映。

《九章》之前还有一部《周髀算经》，它本是一部以数学方法阐述盖天说的天文著作，一般认为于公元前1世纪成书。卷上记载了商高答周公问，陈子答荣方问。前者有勾股定理的特例 $3^2+4^2=5^2$，后者有用勾股定理及比例算法测太阳高远及直径的内容。近年湖北省张家山出土的竹简《算数书》正在整理，其少广一问与《九章》少广章第1问基本相同，两者的关系有待于研究。

《九章》集先秦到西汉数学知识之大成。据东汉末大学者郑玄（公元127—200年）引东汉初郑众（？—公元83年）说，西汉在先秦九数基础上又发展出勾股、重差两类数学方法。魏刘徽说：《九章》是由九数发展而来的，由于秦朝焚书而散坏。西汉张苍（？—公元前152年）、耿寿昌（公元前1世纪）收集秦火遗残，加以整理删补，便成为《九章算术》。方田章提出了完整的分数运算法则，各种多边形、圆、弓形等的面积公式；粟米章提出了比例算法；衰分章提出了比例分配法则；少广章给出了完整的开平方、开立方程序；商功章讨论各种立体体积公式及工程分配方法；



西安出土西汉金属算筹

均输章解决赋役中的合理负担，也是比例分配问题，还有若干结合西汉社会实际的算术杂题；盈不足章解决盈亏问题及可以用盈不足术解决的一般算术问题；方程章是线性方程组解法，并给出了正负数加减法则；勾股章由旁要发展而成，提出了勾股定理、解勾股形及若干测望问题的方法。全书以计算为中心，有90余条抽象性算法、公式，246道例题及其解法，基本上采取算法统率应用问题的形式。它的许多成就居世界领先地位，奠定了此后中国数学居世界前列千余年的基础。《九章》分类不甚合理，没有任何定义和推导，少数公式不准确，个别公式有错误，则是不容讳言的缺点。《九章》的框架、形式、风格和特点深刻影响了中国和东方的数学。

《九章算术》成书后，注家蜂起。《汉书·艺文志》所载《许商算术》、《杜忠算术》（公元前1世纪）估计为研究《九章》的作品。东汉马续、张衡、



手摇计算器


術曰半周半徑相乘得積步

刘徽割圆术原文

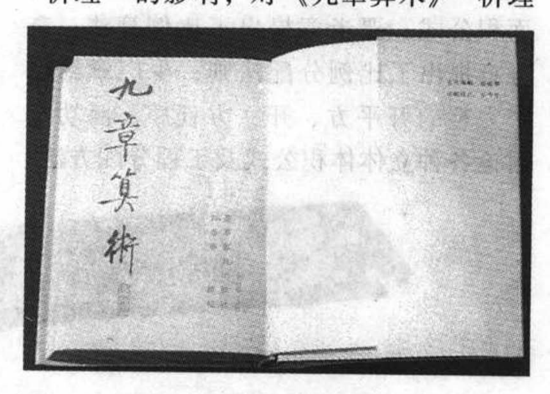
刘洪、郑玄、徐岳、王粲等通晓《九章算术》，或为之作注。这些著作都未传世，从后来刘徽（今山东邹平人，生卒不详）《九章算术注》所反映的信息看，这些研究基本上停留在归纳验证《九章算术》的正确性方面，理论上未能在《九章》基础上作出长足进步。

魏晋至唐初中国数学理论体系的建立

《九章算术》之后，中国的数学著述基本上采取两种方式：一是为《九章算术》作注；二是以《九章算术》为楷模编纂新的著作。经过两汉社会经济和科学技术的大发展，到魏晋，中国封建社会进入一个新的阶段，庄园农权制和门阀士族占据了经济政治舞台的中心。思想文化领域中，儒家的统治地位被削弱，谶纬迷信和繁琐的经学退出历史舞台，代之以谈三玄——《周易》、《老子》、《庄子》为主的辩难之风。学者们通过析理，探讨思维规律，思想界出现了战国的百家争鸣以来所未有过的生动局面。与此相适应，数学家重视理论研究，力图把自先秦到两汉积累起来的数学知识建立在必然的可靠的基础之上。刘徽和他的《九章算术注》便是这个时代造就的最伟大的数学家和最杰出的数学著作。

大约与刘徽同时或稍前，有赵爽（又名婴，字君卿，生卒不详，估计是三国吴人）的《周髀算经注》，其可观者为“勾股圆方图”，用600余字概括了两汉以来勾股算术的成果。

刘徽《九章算术注》作于魏景元四年（公元263年），原十卷。前九卷全面论证了《九章》的公式、解法，发展了出入相补原理、截面积原理、齐同原理和率的概念，在圆面积公式和锥体体积公式的证明中引入了无穷小分割和极限思想，首创了求圆周率的正确方法，指出并纠正了《九章》的某些不精确的或错误的公式，探索出解决球体积的正确途径，创造了解线性方程组的互乘相消法与方程新术，用十进分数逼近无理根的近似值等，使用了大量类比、归纳推理及演绎推理，并且以后者为主。第十卷原名重差，为刘徽自撰自注，发展完善了重差理论，此卷后来单行，因第一问为测望一海岛的高远，名之曰《海岛算经》。他还著有《九章重差图》一卷，已佚。刘徽生活在辩难之风兴起而尚未流入清谈的魏晋之交，受思想界“析理”的影响，对《九章算术》“析理



郭书春汇校《九章算术》

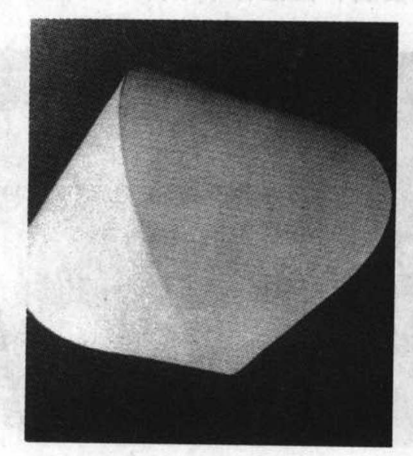
以辞，解体用图”（《九章算术注·序》），并对各种算法进行总结分析，认为数学像一株枝条虽分而同本干的大树，发自一端，形成了一个完整的理论体系。刘徽博览群书，谙熟诸子百家，他不迷信古人，敢于创新，实事求是。对他未能解决的牟合方盖，坦诚直书，表示“以俟能言者”（《九章算术·少广章注》），表现了一位伟大学者寄希望于后学的坦荡胸怀。

《孙子算经》三卷，常被误认为春秋军事家孙武所著，实际上是公元400年前后的作品，作者不详。这是一部数学入门读物，给出了筹算记数制度及乘除法则等预备知识，其河上荡杯、鸡兔同笼等问题后来在民间广泛流传，“物不知数”题则开一次同余式解法之先河。张丘建（今山东人，生平不详）著的《经丘建算经》三卷，成书于北魏（5世纪下半叶）。此书补充了等差级数的若干公式，其百鸡问题是著名的不定方程问题，后世十分重视。

《缀术》包含了祖冲之（公元429—500年）和儿子祖暅之（一作祖暅，生平不详）的数学贡献。由于其内容深奥，隋唐算学馆学官（相当于今天大学数学系教授）读不懂，遂失传。据认为，将圆周率精确到八位有效数字、球体积的解决及含有负系数的二次、三次方程皆是其中的内容。祖冲之，字文远，祖籍范阳遒（今河北省涞源县）人。刘宋大明六年（公元426年）造大明历，使用岁差，改革闰制。他的改革遭到守旧派官僚戴法兴的反对，祖冲之不畏权势，据理驳斥，坚持了反对谶纬迷信，不虚推古人，实事求是的科学精神。他对机械深有研究，制造过水碓、水磨、指南车、千里船、漏壶等，并著《安边论》、《述异记》等。祖暅之，字景烁。从小爱好数学，巧思入神，极其精微。专心致志之时，雷霆不能入。有一次走路时思考问题，仆射徐勉迎面而来竟然没有发现，头撞到徐勉身上，徐勉唤他，他才知道撞了人。其父的《大明历》经他的努力在梁朝颁行。

北周甄鸾（今河北无极人，生卒不详）有三部数学著作传世，即《五曹算经》、《五经算术》、《五经算术》、《数术记遗》。前二部内容浅近，无足道者。《数术记遗》一卷，传本题（东）汉徐岳撰、北周甄鸾注，近人多以为系甄鸾自撰自注，假托徐岳。书中记载了三种大数进位制及14种算法，其中珠算虽不同于元明的珠算盘，然开后者之先河，似无可疑。

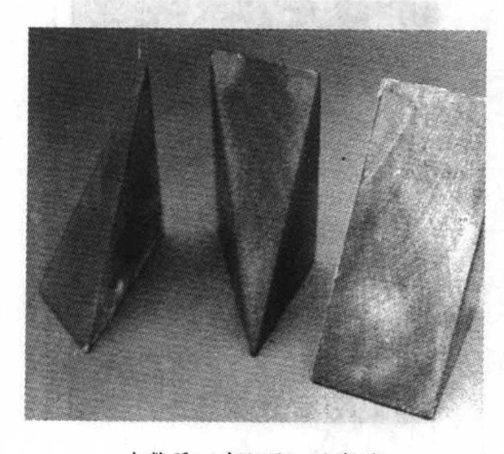
隋唐是中国封建社会经济政治文化的鼎盛时期，然而数学上除天文历法研究中刘焯（公元544—610年）创造等间距内插公式（7世纪初）和僧一行（公元683—727年）创造不等间距内插公式（8世纪）外，几无创造，数学成就及理论水平远远低于魏晋南北朝。唐



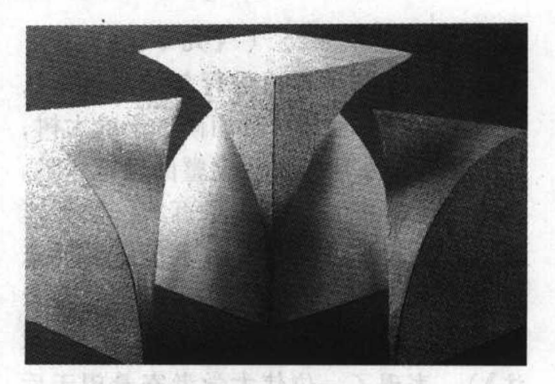
牟合方盖

初王孝通（生卒不详）撰《缉古算经》一卷，解决了若干复杂的土方工程及勾股问题，且都用三次或四次方程解决，是为现存记载三次、四次方程的最早著作。然而，《缉古算经》未必是高于《缀术》的著作。王孝通是历算博士，曾任太史丞，在天文历法方面是保守的。他在《上〈缉古算经〉表》中指责《缀术》全错不通，于理未尽，大约他与当时别的数学家一样读不懂《缀术》。他自诩他的《缉古算经》千金不能排其一字，他一旦瞑目，其方法后人莫晓。科学家不必作谦谦君子，但如此狂妄，也是不足取的。

隋唐统治者在国子监设算学馆，置算学博士、助教指导学生学习。唐李淳风等奉敕于显庆元年（公元656年）为《周髀算经》、《九章算术》、《海岛算经》、《孙子算经》、《夏侯阳算经》、《缀术》、《张丘建算经》、《五曹算经》、《五经算术》、《缉古算经》等十部算经作注，作为算学馆教材，这就是著名的《算经十书》，该书是中国古代数学奠基时期的总结。李淳风等注释保存了许多宝贵资料，但注释水平并不高。由于种



左鳖臑　中阳马　右堑堵



祖冲之开立圆术立体之分解

种原因，算学馆实际未培养出像样的数学家。

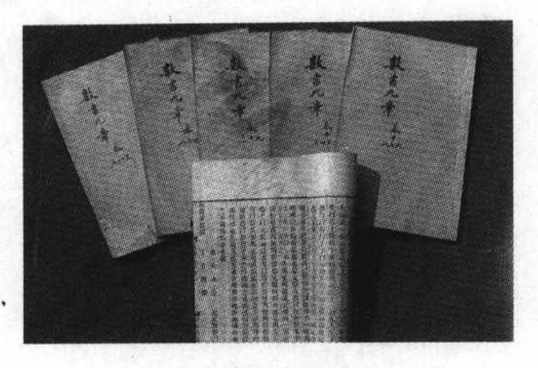
唐中叶至宋元中国数学的高潮

经过盛唐的大发展，唐中叶之后，生产关系和社会各方面逐渐产生新的实质性变革，到10世纪下半叶，赵匡胤建立宋朝，统一中国，中国封建社会进入一个新的阶段，土地所有制以国有为主变为私有为主，租佃农民取代了魏唐的具有农奴身份的部曲、徒附。农业、手工业、商业和科学技术得到更大发展。中国古代四大发明，有三项——印刷术之广泛应用及活字印刷，火药用于战争，指南针用于航海——完成于唐中叶至北宋。宋秘书省于元丰七年（公元1084年）首次刊刻了《九章算术》等十部算经（时《夏侯阳算经》、《缀术》已失传，因8世纪下半叶一部韩延《算术》开头有“夏侯阳曰”云云而误认为是前者而刻入，后者只好付之阙如），是世界上首次出现的印刷本数学著作。后来南宋数学家鲍澣之翻刻了这些刻本，有《九章算术》（半部）、《周髀算经》、《孙子算经》、《五曹算经》、《张丘建算经》五种及《数术记遗》等孤本流传到现在，是目前世界上传世最早的印刷本数学著作。宋元数学家贾宪、李冶、杨

辉、朱世杰的著作，大都在成书后不久即刊刻。数学著作借助印刷术得以空前广泛的流传，对传播普及数学知识，其意义尤为深远。

宋元数学高潮早在唐中叶已见端倪。随着商业贸易的蓬勃发展，人们改进筹算乘除法，新、旧《唐书》记载了大量这类书籍，可惜绝大多数失传，只有韩延（生平不详）《算术》（8世纪）以《夏侯阳算经》的名义流传下来，该书提出了若干化乘除为加减的捷算法，并在运算中使用了十进小数，极可宝贵。

11世纪上半叶贾宪（生平不详）撰《黄帝九章算经细草》，是为北宋最重要的数学著作。贾宪曾任左班殿直（低级武官），是当时著名天文学家、数学家楚衍的学生。还著有《算法斆古集》二卷，已佚。他将《九章算术》未离开题设具体对象甚至数值的术文大都抽象成一般性术文，提高了《九章算术》的理论水平；他对某些类型的数学问题进行概括，比如提出开方作法本源即贾宪三角，作为他提出的立成释锁（即开方）法的算表，这是开方问题的纲；他提出


南宋秦九韶《数书九章》书影

了若干新的重要方法，其中最突出的是创造增乘开方法，并提出了开四次方的程序。贾宪的思想与方法对宋元数学影响极大，是宋元数学的主要推动者之一。《黄帝九章算经细草》因被杨辉《详解九章算法》抄录而大部分保存了下来（阙卷一、二及卷三上半部，卷五的一部分）。

大科学家沈括（公元1031—1095年）对数学有独到的贡献。在《梦溪笔谈》中首创隙积术，开高价等差级数求和问题之先河，又提出会圆术，首次提出求弓形弧长的近似公式。

12世纪北宋刘益（生平不详）撰《议古根源》，亦失传。杨辉《田亩比类乘除捷法》引用了它的若干题目与方法。《缀术》失传之后，开方式的系数仍皆为正数，刘益突破了这个限制，首先引入负系数方程，并创造了益积开方术与减从开方术求其正根，杨辉誉之为“实冠前古”。


周公作九章之法以教天下图

1127年金朝入主中原，赵宋南迁，史称南宋。1234年，蒙古贵族灭金，后来建立元朝。1279年元灭南宋，统一全国。13世纪中叶至14世纪初，是宋元数学高潮的集中体现，也是中国历史上留下重要数学著作最多的半个世纪，并形成了南宋统治下的长江中下游与金元



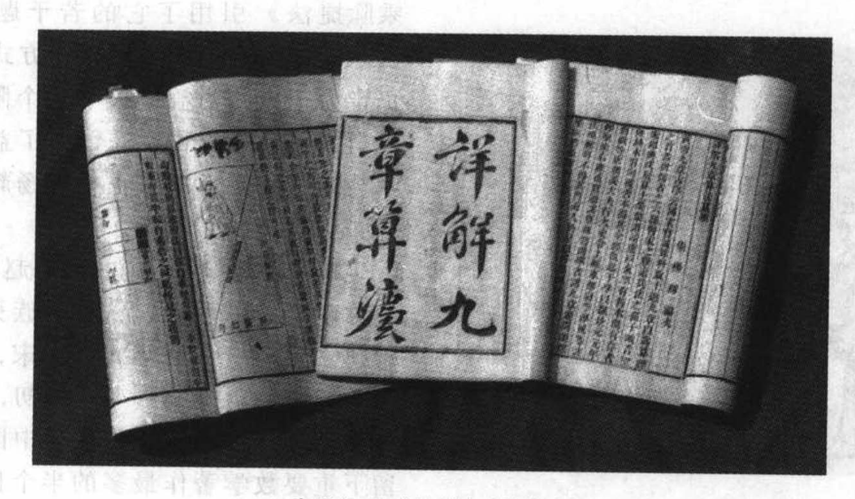
明《永乐大典》载贾宪三角图

统治下的太行山两侧两个数学中心。

南方中心以秦九韶、杨辉为代表，以高次方程数值解法、同余式解法及改进乘除捷算法的研究为主。北方中心则以李冶为代表，以列高次方程的天元术及其解法为主。元统一中国后的朱世杰，则集南北两个数学中心之大成，达到了中国筹算的最高水平。

1247年秦九韶撰成《数书九章》18卷。秦九韶，字道古，自称鲁郡（今山东省）人，约1202年生于普州安岳县（今四川省）。他生活在宋元激烈斗争的南宋末年，并卷入了南宋统治集团战和两派的斗争，支持抗战派吴潜，屡遭刘克庄等人弹劾。贾似道专权后被贬到梅州（今广东省），不久（约公元1261年）死于任所，并在死后被追随贾似道的周密丑诋不堪。他天资聪明好学，对数学、天文、土木建筑、诗词、音律、弓马等都十分精通。他多次呼吁统治者施仁政，并把数学知识看成开源节流、施仁政、利国利民的有力工具。《数书九章》分大衍、天时、田域、测望、赋役、钱谷、营建、军旅、市易九类81题，其成就之大，题设之复杂都超过以往算经，有的问题有88个条件，有的答案多达180条，军事问题之多也是空前的，反映了秦氏对抗元战争的关注。大衍总数术系统解决了一次同余式组解法；正负开方术把以增乘开方法为主导的求高次方程正根的方法发展到十分完备的程度，有的方程高达十次；线性方程组解法完全以互乘相消法取代直除法；提出了与海伦公式等价的三斜求积公式；使用了完整的十进小数表示法，等等，都是其杰出成就。

杨辉共撰五部数学著作，传世的有四部，居元以前数学家之冠。杨辉，字谦光，钱塘（今杭州市）人，生平不

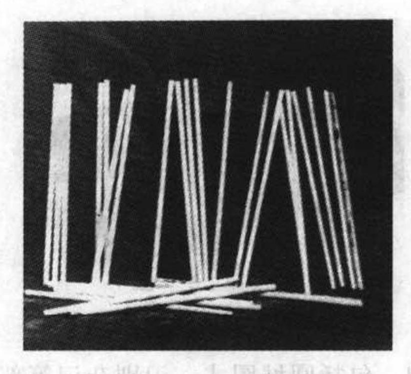


南宋杨辉《详解九章算法》

详，只知在今江浙一带管钱粮，为政清廉。与其他大家比较，他的著作偏重于教育与普及。1261 年，杨辉在刘徽注、李淳风等注释、贾宪细草的《九章算术》基础上作解题、比类，并补充了图、乘除、纂类三卷，是为《详解九章算法》，今图、乘除、方田、粟米、衰分上半部、商功之一部分已佚。商功章的比类中的垛积术发展了沈括的隙积术；“纂类”则打破了《九章算术》的分类格局，按方法分成乘除、互换、合率、分率、衰分、叠积、盈不足、方程、勾股九类。1262 年又撰《日用算法》，着重于改进乘除捷算法，只有少量题目保存下来。1274 年撰《乘除通变本末》三卷。卷上的“习算纲目”是一个从启蒙到《九章》主要方法的数学教学计划。本书还总结了九归等乘除捷算法及其口诀。次年编纂《田亩比类乘除捷法》二卷，引用了刘益的方法与题目，批评了《五曹算经》四不等田求法的错误。同年，编纂《续古摘奇算法》二卷，对纵横图即幻方研究颇有贡献。后三部书又常合称为《杨辉算法》。

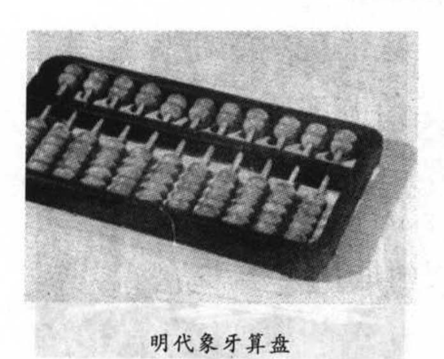


《隋唐·律历志》关于圆周率的记载



千阳出土西汉骨算筹

十二、十三世纪，北方出现了许多天元术著作，大都失传，流传至今的最早的以天元术为主要方法的著作是李冶的《测圆海镜》12 卷（公元 1248 年）、《益古演段》三卷（公元 1259 年）。李冶（公元 1192—1279 年），字仁卿，号敬斋，真定栾城（今河北省）人，生于大兴（今北京市）。其父为官清廉正直，李冶自幼受到良好的教养，且爱好数学，青年时便成为名重中原的学者，金词赋科进士。入元，遂隐居于忻、崞（今山西省北部）一带，在极为艰苦的条件下研究数学及各种学问，常粥饘不继，而聚书环堵。1251 年起，主持封龙书院（今河北省）。1257、1260 年两次受到元主忽必烈召见，发表了立法度，正纲纪，进君子，退小人，减刑罚，止征战，反对种族偏见的政治主张。他被聘为翰林学士。然而他羞于作唯天子、宰相之命是听的御用文人，不久便以老病为辞回到封龙山。他一生文史著述颇多，仅存《敬斋古今黈》。《测圆海镜》在洞渊九容基础上考虑了勾股形与圆的 10 种基本关系，在卷二—十二中就 15 个勾股定形与圆的关系提出了 170 个求圆径长的问题，答案当然都相同。这些问题大都要用天元术列出方程。卷一是全书的理论



明代象牙算盘

基础，包括圆城图式、识别杂记等部分。圆城图式以天、地、乾、坤等汉字表示点，是个创举。识别杂记提出692条公式，除八条外都是正确的，集历代勾股形与圆的关系研究之大成。《益古演段》64问，这是一部用天元术阐释蒋周（可能是北宋人）《益古集》的方程列法的著作。其中保存了《益古集》的若干题目和旧术（方法）。

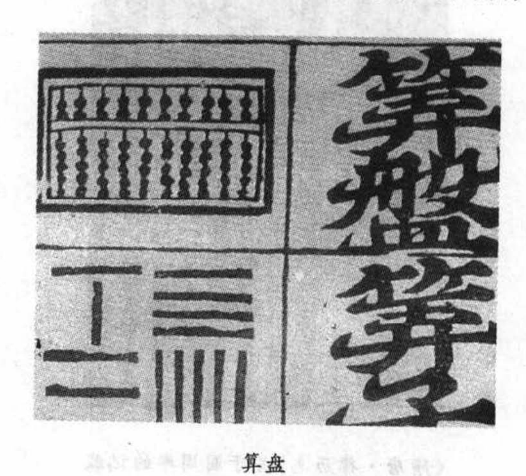
朱世杰有两部重要著作《算学启蒙》（公元1299年）、《四元玉鉴》（公元1303年）传世。朱世杰，字汉卿，号松庭，燕山（今北京市）人，生平不详。他在13世纪末以数学名家周游全国20余年，向他学习数学的人很多。《算学启蒙》20门，259问，包括了从乘除及其捷算法到增乘开方法、天元术等当时数学各方面的内容，形成了一个较完整的体系。《四元玉鉴》24门，288问，卷首给出古法七乘方图（改进了的贾宪三角）等四种五幅图，以及天元术、二元术、三元术、四元术的解法范例。创造四元消法，解决了多元高次方程组问题，以及高阶等差级数求和问题，高次招差法问题，是本书最大的贡献。此书是中国古代水平最高的数学著作。

杨辉、朱世杰等人对筹算乘除捷算法的改进、总结，导致了珠算盘与珠算术的产生（大约在元中叶），完成了我国计算工具和计算技术的改革。元中后期，又出现了《丁巨算法》、贾亨《算法全能集》、何平子《详明算法》等改进乘除捷算法的著作。

明清数学——从衰落到艰难的复兴

元中叶之后，中国数学急剧衰落，元末的几部著作只是对乘除捷算法有所改进。明永乐年间（公元1403～1425年）修《永乐大典》，将前此的中国数学著作按起源、各种数学方法及音义、纂类等分类抄录。汉唐宋元数学著作在明代大都散佚，清中叶修《四库全书》，中国古算书多赖此重新面世。

明代八股取士，思想禁锢严重，学者们很少留心数学。顾应祥、唐顺之是明代数学大家，全然不懂天元术和增乘开方法。景泰元年（公元1450年）吴敬撰《九章算法比类大全》十卷，收集历代应用题，亦抛弃了增乘开方法和天元术。元明之后，随着筹算捷算法的完备，珠算术产生并得到普及，明朝出现了一批有关珠算的著作。其最著者为程大位的《算法统宗》（公元1592年），凡17卷，595问。此书适应商业发展的需要，以珠算为主要计算工具，并载有



算盘

珠算开方法。此书在以后二、三百年间被多次翻刻、改编，流传之广是罕见的。程大位，字汝思，号渠宾，休宁（今黄山市屯溪区）人，曾在长江中下游地区经商，注意收集算经和数学问题，晚年撰成此书。

16世纪末，利玛窦等欧洲传教士来华，与徐光启等一起翻译《几何原本》等著作。后来，传教士们又引入了三角学、对数等西方初等数学，从此，中国数学开始了中西会通的阶段。清朝260余年，留下数学著作极多，都在不同程度上融会中西数学。

清宣城梅文鼎（公元1633—1721年）潜心于中西数学研究，著述甚多，其孙梅瑴成将他的著作编辑成《梅氏丛书辑要》60卷，其中数学著作13种40卷，内容遍及当时中国数学的各个门类，对清朝数学影响极大。

康熙皇帝爱好数学，他御定由梅瑴成、何国宗、明安图、陈厚耀等编纂的《数理精蕴》53卷，全面系统地介绍了当时传入的西方数学知识。上编立纲明体，为数理本源、几何原本、算术原本等五卷；下编分条致用，为实用数学和借根方比例，以及对数、三角函数等40卷，表4种8卷，同样对清朝数学产生了巨大影响。此书于雍正元年（公元1723年）印行。

1723年，雍正帝即位，认为传教士不利于自己的统治，除少数供职于钦天监者外，将传教士悉数赶到澳门。此后，西学的传入遂告一段落，中国数学家一方面消化前此传入的数学知识，一方面忙于整理中国古典数学著作。

1773年乾隆帝决定修《四库全书》，戴震（公元1724—1777年）从《永乐大典》中辑出《周髀算经》、《九章算术》、《海岛算经》、《孙子算经》、《五曹算经》、《五经算术》以及赝本《夏侯阳算经》等七部汉唐算经，并加校勘，《数书九章》、《测圆海镜》、《四元玉鉴》等久佚的宋元算书也陆续辑出或发现，从此掀起了乾嘉时期（公元1736—1820年）研究整理中国古典数学的热潮。古书注释以李潢（？—公元1812年）《九章算术细草图说》、罗士琳（公元1789—1853年）《四元玉鉴细草》影响较大。而开创性的研究则以焦循（公元1763—1820年）《里堂学算记》、汪莱（公元1768—1813年）《衡斋算学》、李锐（公元1768—1817年）《李氏算学遗书》最为有名。

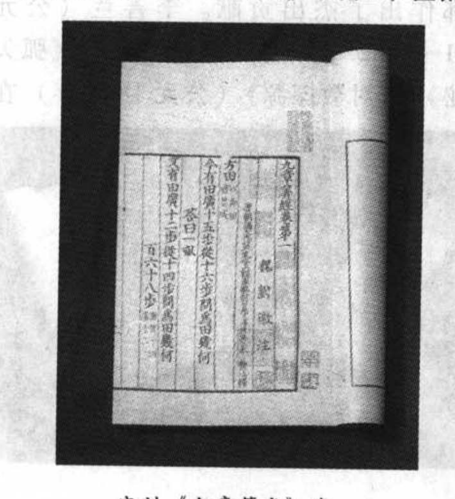
18世纪初，法人杜德美（公元1668—1720年）传入牛顿、格雷果里创造的三个三角函数的级数展开式。后来，三角函数和对数函数展开式的研究成为中国数学家的重要课题。明安图（17世纪末至18世纪60年代）、董祐诚（公元1791—1823年）、项名达（公元1789—1850年）、戴煦（公元1805—1860年）等都作出了杰出贡献。李善兰（公元1811—1882年）的《方圆阐幽》、《弧矢启秘》、《对数探源》（公元1845年）在



宋刻算经

三角函数与对数函数的研究上取得了更大的成就。他创造的尖锥术提出了几个相当于定积分的公式，在接触西方微积分思想之前独立地接近了微积分学。李善兰，字壬叔，号秋纫，浙江海宁人。幼年即嗜好数学，30余岁即获创造性成果。

1840年，列强用大炮轰开了清朝闭关自守的大门，中国逐渐沦为半封建半殖民地社会。西方数学以前所未有的规模大量传入。1852年李善兰到上海，与英国传教士伟烈亚力（公元1815—1887年）合译《几何原本》后九卷、《代数学》13卷、《代微积拾级》18卷等许多西方数学著作，后者是中国第一部微积分学译著。后来，华衡芳（公元1833—1902年）与英人傅兰雅合译了《代数术》、《微积溯源》、《三角数理》、《决疑数学》等书，后者是中国第一部概率论译著。他们创造的许多术语至今还在使用。李善兰还融会中西，著述颇丰。《椭圆正术解》等四种是关于圆锥曲线的研究，《级数回求》等是关于幂级数的研究，而《垛积比类》则在朱世杰基



宋刻《九章算术》卷一



明程大位像

础上系统解决了高阶等差级数求和问题，并提出了著名的李善兰恒等式。1872年撰《考数根法》，证明了费尔马小定理，提出了素数判定法则。他的著作汇集为《则古昔斋算学》，包括14种科学著作。李善兰是开展现代数学研究的第一位中国数学家。然而，总的说来，时处清末，经济衰落，社会动荡，有志于现代数学的人没有与现代工程技术结合的条件，不可能有大量可观的成果，而士大夫阶层更多的人抱有西学为我中华所固有的偏见，不求甚解。此后不久，尤其是维新变法和新文化运动之后，中国古代数学传统基本中断，中国数学研究纳入了统一的现代数学。20世纪是中国数学复兴的世纪，人们期待，在下个世纪中国将重新取得数学大国的地位。

【结绳】

人们对数的认识经历了漫长的过程。最先人们只能数出一个人、二个人；一只羊、二只羊。有的原始部落不久前还


清李善兰像

只能数到五，五以上就称为多。当人们用一个数字，比如五，既可以表示五个人，又可以表示五只羊或别的什么东西的时候，才初步完成了数概念的抽象。《世本》说“隶首作数”。相传隶首是黄帝的臣子，是时中国已进入新石器时代，产生抽象的数的概念是可以理解的。《周易·系辞》说“上古结绳而治，后世圣人易之以书契”。云南有的少数民族50年代仍沿习结绳、木刻记数。

【甲骨文】

随着文字的萌芽与发展，也出现了记数文字。公元前三四千年的西安半坡遗址和公元前近两千年的二里头遗址陶文中有|，‖，|||，||||，╳、〤，∧、个，十，八，卄等数字，分别表示1，2，3，4，5，6，7，8，70。殷墟甲骨文卜辞中有许多数字，其中13个记数单字是：

一 ＝ ☰ ☰ 〤 ∩ ∧ 十
1 2 3 4 5 6 7
)(⺌ | 㐰 ⊝ 𠂢 ⊗
8 9 10 100 1000 10000

前四个是象形文字，其他几个多数人认为是假借字，如〤是午，∩、∧是人，十是切，)(是分，⺌是肘（一说像蛇形），⊗是蠆，像蠍子。⊝是“一白”，𠂢是“一人”的合文。十、百、千、万的倍数用合文，如，U、Ш、〤、八、⊝、⊝、𠂢、𠂢、⊗分别是20、30、50、80、200、800、2000、8000、30000。甲骨文用九个数字与四个位置值符号，可以表示大到成万的任何自然数，已有位置值制萌芽。

【算筹】

算筹产生于何时，无可靠记载。《老子》说“善数不用筹策”，说明在春秋末年以前筹（策）就是人们的主要计算工具。算筹记数采取纵横两式：

纵　　式
| ‖ ||| |||| ||||| ⊤ ⊤| ⊤|| ⊤|||
横　　式
一 ＝ ≡ ≣ ≣ ⊥ ⊥ ≟ ≟
1 2 3 4 5 6 7 8 9

其记数制度的完整表述出现在《孙子算经》中：“凡算之法，先识其位。一纵十横，百立千僵，千十相望，万百相当。”《夏侯阳算经》又补充了“满六已上，五在上方，六不积算，五不单张”。就是说用上述符号，以及用空位表零，则任何一个自然数都可以表示出来，比如1991便是一⊤|||≟|，它完全采用十进位置值制，这是当时世界上最简便的计算工具，最先进的记数制度，比古巴比伦的六十进位置值制方便，比古希腊、罗马的十进非位置值制先进。许多学者

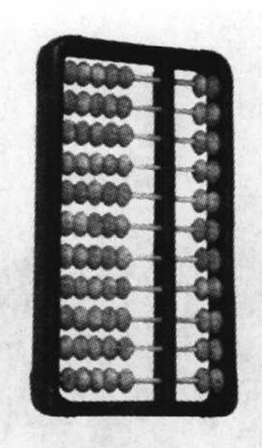
认为印度——阿拉伯数字的创造，借鉴于中国古代的十进位置值制记数法。根据刘徽的记载，负数产生后，用红筹表正数，黑筹表负数，“或以邪正为异”。宋元算书算草中通常在最后一个有效数字上加一斜线表示负数。

算筹通常用竹，也有用木、骨、石制成的。《汉书》载：“其算法用竹，径一分，长六寸”，分别合今天 0.23cm 与 13.8cm，陕西千阳、旬阳发现的算筹证实了这种记载。但是算筹太长，布算面积过大，截面为圆形，容易滚动。随着计算的发展，人们逐渐缩短算筹长度，并使截面由圆变方。石家庄出土东汉算筹，截面就为方形，长度已缩短为 7.8—8.9cm。

用算筹进行计算，便是筹算。中国古代数学的辉煌成就，大都借助于算筹与筹算取得的。

【珠算盘】

自唐中叶至宋元时期，人们不断改进筹算，创造了许多乘除捷算法和口诀（见下节）。这便产生了新的矛盾：嘴唸口诀很快，手摆算筹很慢，得心不能应手。创造新的计算工具成为迫切需要，珠算盘便应运而生。《数术记遗》中的珠算，算珠不穿档，且无口诀，实际上不如筹算方便。现在使用的珠算盘产生于何时，自清初以来学术界争论很多。有人认为有北宋算珠出土，《清明上河图》赵家药铺柜台上有一算盘。也有人认为算珠出土土层有问题，赵家柜台上是一钱板，而非算盘，坚持认为珠算盘产生于元末明初。我们认为，使用口诀并取代算筹为主要计算工具的珠算盘的



象牙算盘

产生应在元中叶以后。珠算盘至今在中国乃至东亚、东南亚各国人民的生产生活中发挥着巨大作用。

【〇】

中国古代没有笔算，筹算中用空位表示〇，空位是一种没有笔划的符号。宋元算书中多有详草。详草中的数码是借用筹式数字加一个表〇的符号而成的。13民纪 40 年代被分裂在中国南北的秦九韶、李冶使用了大体一致的数码。北方李冶的数码是：

𝍠 𝍡 𝍢 𝍣 𝍤 𝍥 𝍦 𝍧 𝍨 〇

𝍩 𝍪 𝍫 𝍬 𝍭 𝍮 𝍯 𝍰 𝍱 〇

南方的数码则将𝍣（𝍬）改作×，将𝍤改作〥，将𝍨（𝍰）改作〩（×），其余同上。印度阿拉伯数字用“0”表示零，中国用“〇”，这个符号是中国人独创的。原来古籍中有用□表示脱文的习惯，书写的方便，逐渐变成“〇”形，《金史》大明历有“四百〇三”等数字。明代商业的发展，产生了暗码，与南宋符号基本相同，只是书写迅速，将〥变成〥，×变成〩，这种暗码一直沿用到本

世纪。

【九九乘法表】

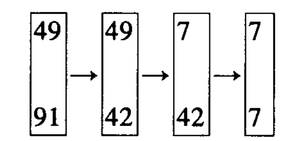
乘除法法则要用到九九表。《管子》与刘徽都谈到伏羲作九九之术。九九之术就是九九表，唐宋间又引申为数学的代称。古代的九九表从“九九八十一”起到“二二如四”止，故名。战国末《吕氏春秋》、汉初《韩诗外传》等典籍还记载了齐桓公设庭燎以九九招贤的故事，可见九九表是当时人们的常识。

早在先秦人们已经谙熟乘除法则。据《孙子经》记载，二数相乘，作三行布算。上、下为相乘数，中行为积。将下数向左移，使下数末位与上数首位相齐，以上数首位自左向右乘下行各数，相加后放入中行。去掉上行首位，下数右移一位，以上数次位自左向右乘下行各数，加入中行，如此类推，便得到乘积。

除法是乘法的逆运算。被除数称为实，放在中行，除数称为法，在下行，除的过程称为“实如法而一”。“实”源于被分的实在的东西，法是法式、标准的意思，这句话的意义是：实中有等于法的数，便得一，因此，实中有几个法便得几。使法、实首位相齐（如实与法相齐部分小于法，则将法向右移一位），议得商数首位，放于上行，从左向右乘法的各数，随即减实。然后将法向右移一位，再议商的次位，重复上述步骤，一直进行到法、实个位相齐。如实不尽，便以余数为分子，法为分母命名一个分数。

【分数与小数】

刘徽说：“物之数量，不可悉全，必以分言之。”先秦典籍和《周髀》中已大量使用分数，而分数的完整理论则出现在《九章》方田章。首先是约分法则：分子、分母能同时被 2 整除，则先被 2 除。不能被 2 整除，则在旁边使分子、分母以少减多（即从多中减去少），辗转相减，求其最大公约数（称为等数），以此约之。这种方法与欧几里得求最大公约数的方法一致。如方田章第 6 题化简分数$\frac{49}{91}$：



7 便是最大公约数，以 7 约分子、分母：$\frac{49}{91}=\frac{7}{13}$。

分数加法称为合分，减法称为减分，其法则是：分子互乘分母，相加（减）作为实，分母相乘作为法，实如法而一。即$\frac{a}{b}\pm\frac{c}{d}=\frac{ad}{bd}\pm\frac{cb}{db}=\frac{ad\pm bc}{bd}$。这里用到通分，但未用最小公倍数作分母。

分数乘法称为乘分，法则是：分母相乘为分母，分子相乘为分子。即$\frac{a}{b}\times\frac{c}{d}=\frac{ac}{bd}$，与今无异。

分数除法叫经分。《九章》将实与法通分，使分子相除：$\frac{a}{b}\div\frac{c}{d}=\frac{ad}{bd}\div\frac{cb}{db}=\frac{ad}{bc}$。刘徽提出了颠倒相乘法：$\frac{a}{b}\div\frac{c}{d}$

$=\frac{a}{b}\times\frac{d}{c}=\frac{ad}{bc}$，与今相同。

这是世界上最早的分数运算法则。分数算法大约在 15 世纪才在欧洲流行，认为这种算法源于印度。实际上印度 7 世纪婆罗门笈多才有分数运算法则，且都与中国相同。中国古算经中有若干分数应用题。如《孙子算经》、《张丘建算经》都有“河上荡杯”问：一妇女在河边洗杯盘，有人问她杯盘为什么这么多？她答道：家中有客人，不知其数。只知道 2 人合用一个菜盘，3 人合用一个汤杯，4 人合用一个饭碗，共用杯盘 65 个。问客人是多少？其算法是 $65\div\left(\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{1}{4}\right)=65\div\frac{13}{12}=60$（人）。

在数学史上，小数的产生比分数晚得多。刘徽在开方不尽时用十进分数（微数）逼近无理根的近似值，开十进小数之先河。古代用分、厘、毫、丝、秒、忽表示分以下的奇零部分。赝本《夏侯阳算经》常常以某个整单位表示，不再列出微数单位，如将绢 1 525 匹 3 丈 7 尺 5 寸化为 1 525 匹 9 375（1 匹 =4 丈），实际上是一个十进小数。秦九韶、李冶都将 1 863.2 寸表示成 $186\underset{\text{寸}}{3}2$，与今之记法基本相同。杨辉、朱世杰先后总结了民间化斤两为十进小数的歌诀。中国是世界上最先使用小数的国家。中亚的阿尔·卡西 13 世纪才掌握十进分数。西方斯台汶 1585 年才有十进小数概念，记法远不如唐宋时的中国，如上述小数记成 $\overset{⓪①②③④}{15259375}$ 或 1525⓪9①3②7③5④。

【比例】

比例问题早在先秦已见端倪。《九章》粟米章的今有术是完整的比例算法：已知所有数，所有率和所求率，则所求数为

所求数 = 所有数 × 所求率 ÷ 所有率。

这种方法传到印度和西方后叫三率法（rule of three）。刘徽认为，今有术是一种普遍方法。凡是九数中的问题，只要能找出其中的率关系，通过齐同变换，无不归于此术。如《九章》均输章的题目：一客人离开旅馆时忘记带衣服，过了 $\frac{1}{3}$ 天，主人发现了，骑马追上客人还给他衣服，回家时天已 $\frac{3}{4}$。客人的马一日行 300 里，问主人的马一日行多少？刘徽认为，$\frac{3}{4}-\frac{1}{3}=\frac{5}{12}$ 是主人追客来回用日率，$\frac{5}{24}$ 是主人追客用日率，$\frac{5}{24}+\frac{1}{3}=\frac{13}{24}$ 是客人被追上前用日率。而主人用日率即客人马行率，客人用日率即主人马行率，因此客马行率 5，为所有率，主马行率 13，为所求率，300 里为所有数。主人马一日行 = 300 里 × 13 ÷ 5 = 780 里。

比例分配方法古代叫衰分术，各部分的比例叫列衰。《九章》提出的方法是：设所分的数是 A，列衰为 a_1、a_2、…、a_n，列衰之和为法，某一列衰 a_i（$i=1, 2, \cdots n$）乘所分的数 A 为实，实如法而一，便是某一部分 $A_i=Aa_i\div(a_1+a_2+\cdots+a_n)$。刘徽认为它可以归结为今有术：所分的数 A 为所有数，列衰之

和为所有率，列衰各为所求率，某一部分为所求数。如《九章》衰分章一题目：牛、马、羊吃了人家的青苗，苗主要求赔偿5斗谷子。羊主说：我的羊只吃了马的一半；马主说：我的马只吃了牛的一半。问各赔偿多少？依衰分术，列衰是4、2、1，那么

羊：50升×1÷（4+2+1）$=7\frac{1}{7}$升，

马：50升×2÷（4+2+1）$=14\frac{2}{7}$升，

牛：50升×4÷（4+2+1）$=28\frac{4}{7}$升。

若各部分按$\frac{1}{a_1}$、$\frac{1}{a_2}$、…、$\frac{1}{a_n}$的比例分配，《九章》称为返衰术，其公式是：$A_i=Aa_1a_2\cdots a_{i-1}a_{i+1}\cdots a_n\div(a_2a_3\cdots a_n+a_1a_3\cdots a_n+\cdots+a_1a_2\cdots a_{n-1})$。刘徽说这是“动者为不动者衰”。(《九章算术·衰分章注》)

政府要征收赋税，赋税有的缴粮食，有的是徭役。各县户口不等，距离有远近，粮价有差异，如何分配才能使各户的负担公平合理呢？这就是均输问题，也是一种比例分配问题。只是各县的分配比例未预先给定，而是要根据各县条件计算出来。设n县共应缴谷物A斛，各县户数分别为p_1、p_2、$\cdots p_n$，距离为q_1、q_2、$\cdots q_n$，每斗谷物价r_1、r_2、$\cdots r_n$，一车载m斛，工价一里k钱，则i县运一斛的费用$\frac{kq_i}{m}+r_i$，则$\frac{p_i}{\frac{kq_2}{m}+r_i}$为$i$县的分配经例。刘徽指出，这可以使$\frac{kq_i}{m}+r_i$户共出一斛，则每户均为一钱，负担公平。

【齐同原理】

比例和比例分配都要用到率。率的这种意义至今仍然使用。刘徽拓展了率的意义，提出“凡数相与者谓之率”。成率关系的数量同时扩大或缩小同样的倍数，其率关系不变。比如甲、乙、丙三物有关系：甲：乙$=a$：b_1，乙：丙$=b_2$：c，已知甲为A，问化成丙为多少？《九章》两次应用今有术，甲A化成乙$B=\frac{Ab_1}{a}$，乙B化成丙$C=\frac{Bc}{b_2}=\frac{\frac{Ab_1}{a}c}{b_2}=\frac{Ab_1c}{ab_2}$，叫重今有术。刘徽认为，可以先把两个率关系中乙的率变成相同的值b_1b_2，为了保持率关系不变，则甲的率须变成ab_2，丙的率须变成cb_1，称为与乙相齐，即甲：乙：丙$=ab_2$：b_1b_2：cb_1，对甲、丙直接应用今有述：$C=\frac{Ab_1c}{ab_2}$。刘徽把这种变换称为齐同原理。它源于分数通分，将$\frac{a}{b}$与$\frac{c}{d}$通分，化成相同分母：bd，然后使两者的分子与分母相齐，分别变成ad、bc，两分数变成$\frac{ad}{bd}$、$\frac{bc}{bd}$，这叫做齐其子，同其母。实际上，刘徽把分子、分母看作一组率的关系，与现代算术教科书关于分数的定义一致。

齐同原理在运算中作用特别大，而齐同方式则是多样的。如《九章》均输章题目：野鸭从南海飞至北海需7天，大雁从北海飞至南海需9天，若两者从南、北海同时起飞，问几天相逢？刘徽提出了两种齐同方式：飞一个单程，野鸭7天，大雁9天。若使两者天数相同，

都是63天，则野鸭飞9个单程，大雁飞7个单程，与63天相齐。野鸭与大雁同时起飞，则63天飞（9+7）个单程，因此$\frac{63}{9+7}$天飞一个单程，即相逢日。齐同原理也可这样应用：一天野鸭飞单程的$\frac{1}{7}$，大雁飞$\frac{1}{9}$。若将一个单程分成63份，则野鸭一天飞一个单程的$\frac{9}{63}$，大雁飞$\frac{7}{63}$，一天共飞一个单程的$\frac{9+7}{63}$份，因此共飞一个单程需$1\div\frac{9+7}{63}=\frac{63}{9+7}$天。两者殊途同归，都证明了《九章》解法的正确性。

率与齐同原理，在其他运算中的应用，后面将陆续谈到。刘徽把它们看成运算的纲纪。

【筹算乘除捷算法】

筹算乘除法三行布算，很不方便。唐中叶之后适应商业发展的需要，人们着手简化筹算乘除法，一是化三行布算为一行布算，二是化乘除为加减，通常称为乘除捷算法。赝本《夏侯阳算经》中有许多化多位乘法为一位乘法的例子。如某地区共a丁，每丁应纳庸调布2.45端（一端=5丈），则共应纳布端数为$a\times2.45=a\times7\times7\div10\div2$，把一个含有三位有效数字的小数乘法化成一位的两次乘，两次除，便可以一行内完成运算。一位乘法称为因，这种方法叫重因法。

化乘除为加减的方法称为身外加减法，是乘（除）数首位为1的一种乘除捷算法。赝本《夏侯阳算经》卷下有题：今有绢2 454匹，每匹值钱1.7贯，问值多少钱？其算法是$2454\times1.7=2\,454\times17\div10=(24\,540+2\,454\times7)\div10$，其中2 454 × 17的程序是：═||||≣||||→═||||≣ 68→═|||| 918→=7 718→41 718。可见其要领就是在被乘数本身的10倍外加上被乘数与乘数其他位之积，故称为身外加法。自然，乘数的两有效数字间有0时，便用隔位加。身外减法与此相类似。

杨辉在《乘除通变本末》中系统总结了唐宋时期化乘除为加减的方法，提出加法代乘五术，减法代除四术。对乘（除）数首位不是1的乘（除）法，可以用加倍、折半等方法将乘（除）数的首位变成1，再用加（减）法代乘（除），这种方法称为“求一”术。杨辉《乘除通变本末》中有“求一代乘除”歌诀。“求一乘”的歌诀是：“五、六、七、八、九，倍之数不走。二、三须当半，遇四两折纽。倍折本从法，实即反其有（自注：倍法必折实，倍实必折法）。用加以代乘，斯数足可守。”例如$237\times56=(238\div2)\times(56\times2)=118.5\times112$，用加二位完成乘法。14世纪归除歌诀简化后，这种方法便被淘汰。

归除是在九归与减法基础上发展起来的。归指一位除法，从1到9的一位除法称为九归。经过杨辉、朱世杰等的总结发展，《算学启蒙》中的九归歌诀与现今珠算口诀形式基本一致：

一归如一进，九一进成十。二一添作五，逢二进成十。三一三十一，三二六十二，逢三进成十。四一二十二，四二添作五，四三七十二，逢四进成十。五归添一倍，逢五进成十。六一下加四，六二三十二，六三添作五，六四六十四，六五八十二，逢六进成十。……九归随

身下，逢九进成十。

朱世杰已懂得归除，但无细草。何平子《详明算法》有归除细草，如48 895÷385，为三归八五除，其细草是：列被除数𝍣𝍰𝍧𝍱𝍤，见首位4，呼逢三进一十，成1𝍠𝍰𝍧𝍱𝍤，呼一八除八，成 1〇〇̄𝍧𝍱𝍤，呼一五除五，得1〇〇̄𝍢𝍱𝍤；见余数首位为10，呼逢六进二十，成12 𝍫𝍢𝍱 𝍤，呼二八除一十六，二五除一十，得1 2𝍪𝍥𝍱𝍤；余数首位是2，呼三二六十二，为1 2 6 𝍧𝍱𝍤，呼逢三进一十，成1 2 7𝍤𝍱𝍤，呼八七除五十六，五七除三十五，适尽，得1 2 7。

后来，人们又创造了撞归口诀，解决大除数如何确定商的问题。至此，筹算捷算法及其歌诀已发展到算筹与筹算无法容纳的地步，便产生了珠算盘和珠算术，筹算口诀变成了珠算口诀，即珠算的算法语言。

【盈不足术】

盈不足问题构成《九章》的第七章。它的典型问题是：今有共买物，人出 a_1，盈 b_1，人出 a_2，不足 b_2，问人数、物价各多少？《九章》的第一种方法是："置所出率，盈、不足各居其下。令维乘所出率，并以为实，并盈、不足为法，实如法而一"。此即求出实 $a_1b_2+a_2b_1$，法 b_1+b_2，设所求人数为 u，物价为 v，那么

$$\frac{v}{u}=\frac{a_1b_2+a_2b_1}{b_1+b_2} \qquad (1)$$

便是每人应出的不盈不亏的数。对共买物的问题，"置所出率，以少减多，余，以约法、实。实为物价，法为人数"，即

$$u=\frac{b_1+b_2}{|a_1-a_2|},$$

$$v=\frac{a_1b_2+a_2b_1}{|a_1-a_2|}.$$

刘徽以齐同原理论证了它的正确性。此是先同盈、不足为 b_1b_2，所出率须与盈、不足相齐，变成 a_1b_2，a_2b_1，问题成为 b_2 次所出 a_1，共盈 b_1b_2，b_1 次所出 a_2，共不足 b_1b_2。因此 b_1+b_2 次共出 $a_1b_2+a_2b_1$，则不盈不亏，每次所出为 $\frac{a_1b_2+a_2b_1}{b_1+b_2}$。而 b_1+b_2 是众人之差，它是由一人之差 $|a_1-a_2|$ 积累而成的，因此 $\frac{b_1+b_2}{|a_1-a_2|}$ 便是人数，这也证明了《九章》第二种方法的正确性。第二种方法给出公式 $u=\frac{b_1+b_2}{|a_1-a_2|}$，$v=ua_1-b_1=ua_2-b_2$。《九章》还给出了两盈、两不足、盈适足与不足适足类问题的解法。

任何一个算术问题，假设一个答案，代入原题验算，都必定会出现盈、不足、适足这三种情况之一，两次假设，便成为一个盈不足问题，公式（1）就是为这些问题提出的。以"油自和漆"问为例。已知漆3可以换油4，而油4可调和漆5。现有漆3斗，欲拿出一部分换油，使换得的油恰好能调和剩余的漆。问用于换油的漆，换得的同，要调和漆各多少？其解法是：假令用于换油的漆9升，则换得油12升，可调和漆15升，30－（9+15）=6，不足6升；假令用于换油的漆12升，则换得油16升，可调和漆20升，（12+20）－30=2，有余2升。代入（1）式，用于换油的漆是 $\frac{12\times6+9\times12}{2+6}=11\frac{1}{4}$（升），换得油15

升，调和的漆 $18\frac{3}{4}$升。

中国数学发展的早期，对复杂的问题常用这种两次假设的方法化成盈不足问题解决。这种方法对线性问题可以得出准确的答案，而对非线性问题只能得出近似解，这是《九章》的作者没有认识到的。例如：有一堵墙厚5尺，两只老鼠对穿，第一天都穿1尺，从次日起，大鼠一天天加倍，小鼠一天在减半，问两鼠何日相逢？《九章》的解法是：假令2日，不足5寸，假令3日，有余3尺$7\frac{1}{2}$寸，代入（1）式，得$2\frac{2}{17}$日。但此题是非线性的，准确解应为$\frac{1g\ (2+\sqrt{6})}{1g2}$。然而，即使在高等数学中，对复杂的问题用盈不足术求解也不失为一种有效的方法，如求$f(x)=0$的根的假借法或弦位法，其原理便是盈不足术。

盈不足术传入阿拉伯和西方之后，长期成为他们解决数学难题的主要方法。阿拉伯人把它称为契丹算法，又称作双设法。

【多边形面积】

长方形在古代叫方田，《九章》提出的面积公式是"广从步数相乘得积步"。古代"广"指东西的长度，"从"指南北的长度，则面积 $S=ab$。刘徽对这一公式未证明，而是给出了面积定义："凡广从相乘谓之幂。"幂的涵义与今天指乘方不同。

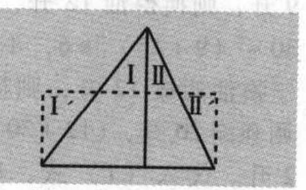


图1　圭田之出入相补

三角形叫圭田，《九章》提出的面积算法是"半广以乘正从"，广即底，正从即高，公式为 $S=\frac{1}{2}ah$。刘徽记载了以盈补虚的证明方法，将三角形拼补成长方形，如图1所示。以盈补虚，又称出入相补，是中国古代解决面积、体积、勾股等问题的主要方法之一。

直角梯形，《九章》称之为邪田，其面积的计算公式是 $S=\frac{1}{2}(a_1+a_2)h$，其中 a_1、a_2、h 是上、下底及高，也是拼补成长方形以证明其面积，如图2所示。一般梯形叫箕田，它可分解成两个邪田，其面积公式同上。

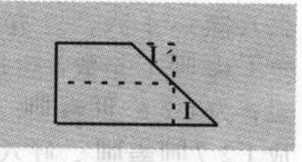


图2　邪田之出入相补

秦九韶的三斜求积术是已知三角形三边求其面积的方法：今有一三角形田，小斜13里，中斜14里，大斜15里，其面积的求法是："以小斜幂并大斜幂，减中斜幂，余半之，自乘于上。以小斜幂乘大斜幂，减上，余，四约之，为实。一为从隅，开平方得积。"（《数书九章》卷五）这段话用现代符号写出便是：

$$S=\sqrt{\frac{1}{4}\left[a^2b^2-\left(\frac{a^2+b^2-c^2}{2}\right)^2\right]}.$$

根号下的多项式分解因式便成为$\frac{1}{2}(a+b+c)\cdot\frac{1}{2}(a+b-c)\cdot\frac{1}{2}(c+a-b)\cdot\frac{1}{2}(b+c-a)$。可见三斜求积公式与古希腊海伦公式是等价的。秦九韶还用三斜求积术解决了四不等田的面积。

【圆面积】

《九章》提出了圆面积的4种算法："半周半径相乘得积步"，即 $S=\frac{1}{2}lr$；"周径相乘，四而一"，即 $S=\frac{1}{4}ld$；"径自相乘，三之，四而一"，即 $S=\frac{3}{4}d^2$；"周自相乘，十二而一"，即 $S=\frac{1}{12}l^2$。其中 S、l、r、d 分别是圆面积、周长、半径、直径。前两个公式是等价的，并且在理论上是正确的，只是《九章》时代取周三径一之率，实际计算误差较大。后两个公式本身就不准确。刘徽用极限思想证明了第一个公式（见第11节），并利用这个公式求出了圆周率 $\pi=\frac{157}{50}$，以此修正了后两个公式。

弓形田古代叫弧田，《九章》给出的公式是 $S=\frac{1}{2}(cv+v^2)$，c 为弦，v 为矢。刘徽认为此公式不准确，提出了用一串三角形逼近弧田的方法。

圆环形的田叫环田，《九章》提出的算法是：面积 $S=\frac{1}{2}(L_1+L_2)d$，其中 L_1、L_2 为中、外周长，d 为中外周的距离。刘徽提出了新的公式 $S=\frac{1}{2}(L_2r_2-L_1r_1)$。

刘徽在证明《九章》宛田（指球冠形的田地）面积公式不准确时，提出了圆锥侧面积公式：$S=\frac{1}{2}Ll$，或 $S=\frac{\pi}{2}dl$，L 为下周长，l 为母线长，d 为下周径。

【多面体体积】

《九章》商功章提出了许多多面体体积的算法，并在实际中使用了长方体的体积公式 $V=abh$，对此，刘徽把它看成不言自明而未试图证明。

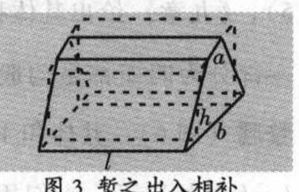
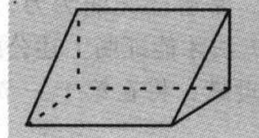
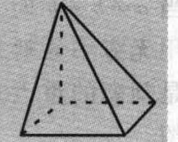


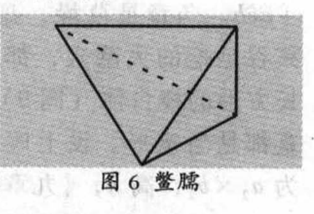
图3 堑之出入相补

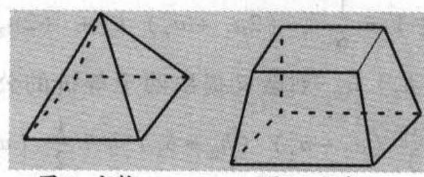
堤、沟、渠是水利设施，堑、城、垣是建筑或防御工事，其横截面都是相等的梯形。设上、下广是 a、b，高（深）h，长 l，《九章》提出的体积公式是 $V=\frac{1}{2}(a+b)hl$。刘徽采用出入相补，将其变成宽 $\frac{1}{2}(a+b)$，长 l，高 h 的长方体证明之（图3）。

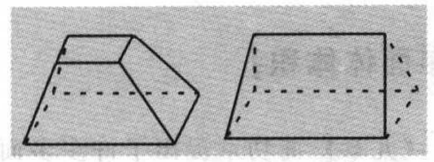

图4 堑堵


图5 阳马

堑堵是将长方体沿相对两棱剖开所得的立体（图4），其体积显然为 $V=\frac{1}{2}abh$。沿堑堵的一顶点与相对的棱剖开，一部分是底面为长方形，一棱垂直于底面的四棱锥，称为阳马（图

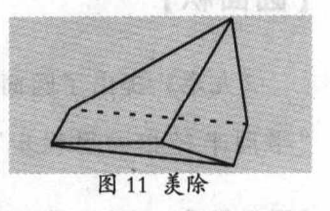

图6 鳖臑

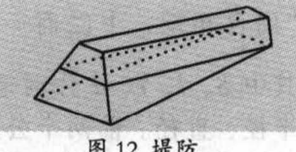

图7 方锥　　图8 方亭


图9 刍童　图10 刍甍

5），《九章》给出其体积公式 $V=\frac{1}{3}abh$；一部分为四面都是勾股形的四面体，叫鳖臑（图6），其体积 $V=\frac{1}{6}abh$。在 $a=b=h$ 的情况下，人们用六个鳖臑或三个阳马可拼成一个正方体，上述两个公式是显然的，这是棊〔同"棋"〕验法。而当 $a\neq b\neq h$ 时，棊验法无能为力，必须用无穷小分割方法才能证明上述公式。这是刘徽的重大贡献，将在第十一节中介绍。

方锥的体积与阳马相同（见图7）。今之方台，古代称为方亭。设上方边长 a，下方边长 b，高 h（图8），《九章》给出的公式是 $V=\frac{1}{3}(a^2+b^2+ab)h$。刘徽又给出等价的公式 $V=\frac{1}{3}(b-a)^2h+abh$。刍童是草垛，盘池是挖的水池，冥谷是挖的大墓穴，都是上、下底面为长方形的棱台体（图9）。汉代帝王的陵墓都是刍童形。设上底为 $a_1\times b_1$，下底为 $a_2\times b_2$，高 h，《九章》给出的体积公式是 $V=\frac{1}{6}[(2a_1+a_2)b_1+(2a_2+a_1)b_2]h$。刘徽又提出两个等价的公式 $V=\frac{1}{3}(a_2-a_1)(b_2-b_1)h+\frac{1}{2}(a_2b_1+a_1b_2)h$ 和 $V=\frac{1}{3}[a_1b_1+a_2b_2+\frac{1}{2}(a_2b_1+a_1b_2)]h$。刍甍也是草垛，形状像屋脊（图10）。设底面为 $a_2\times b_2$，上长 b_1，高 h，《九章》给出其体积公式 $V=\frac{1}{6}(2b_2+b_1)a_2h$。刘徽又给出等价的公式 $V=\frac{1}{3}(b_2-b_1)a_2h+\frac{1}{2}b_1a_2h$。羡除是墓道，它是一种三面为等腰梯形（其中两面互相垂直）而两侧面为三角形的楔形体（图11）。设其三广为 a、b、c，高 h，长 l。《九章》给出其体积公式是 $V=\frac{1}{6}(a+b+c)hl$。对这些立体的特殊情形，刘徽之前都用棊验法，而对一般情形，棊验法亦无能为力。刘徽将它们分解成有限个长方体、堑堵、阳马、鳖臑，求其和而证明之。刘徽所补充的上述公式就是由此得出的。


图11 羡除


图12 堤防

显然，复杂多面体体积的解决都要归结到阳马、鳖臑，正如刘徽所说："不要鳖臑，无以审阳马之数，不有阳马，无以知锥亭之类，功实之主也。"（《九章算术·商功章注》）中国古代的多面体体积理论，由《九章》提出公式，刘徽完成证明，可以说基本完备。祖冲之父子可能将其推进到隋唐数学家看不懂的地步，由于《缀术》失传，其详情不得而知。就现有资料看唐宋无大的突破。唐初王孝通解决土木工程中更复杂的体积计算问题，都是《九章》已经讨论过的多面体或其组合。《九章》的堤上下两底平行，王孝通解决了一种上下底不平行的堤防，如图12，它可以分解成一个堤与一个羡除，那么，其体

积就是两者体积之和。金元治河著作《河防通议》给出其体积公式 $V=\frac{1}{6}〔(2h_1+h_2)\frac{a+b_1}{2}+(2h_2+h_1)\frac{a+b_2}{2}〕l$，其中 a 为上底面广，l 为长，h_1、h_2 分别为两头之高，b_1、b_2 分别为两头下广。

【圆体体积】

这里的圆体主要指圆柱、圆锥、圆台、球等有关的立体。《九章》称圆柱体为圆堢壔，或圆囷，称圆台为圆亭。《九章》提出：圆柱体的体积公式为 $V=\frac{1}{12}L_h^2$，圆锥体的体积公式 $V=\frac{1}{36}L_h^2$，圆台的体积公式 $V=\frac{1}{36}(L_1L_2+L_1{}^2+L_2{}^2)h$，其中 L 为下周，L_1、L_2 为上、下周，h 是高。显然，这些公式都对应于圆面积公式 $S=\frac{1}{12}L^2$，因而是不准确的。刘徽用圆周率 $\frac{157}{50}$ 将其系数 $\frac{1}{12}$ 修正成 $\frac{25}{314}$。

球在《九章》中称作立圆，刘徽称之为丸。《九章》没有明确给出球体积公式，但少广章开立圆术由球体积 V 求直径 d 的公式是 $d=\sqrt[3]{\frac{16V}{9}}$，说明 $V=\frac{9}{16}d^3$。刘徽指出此公式不正确。他设计了牟合方盖，而祖暅之彻底解决了这个问题。



图 13 曲池

曲池是一种平剖面为一段圆环的立体，形状如图 13 所示。《九章》将它归于刍童类，不过公式中的上长 b_1 代之以 $\frac{1}{2}(L_1+L_2)$，下长 b_2 代之为 $\frac{1}{2}(l_1+l_2)$，此 L_1、L_2 为曲池上底的中周、外周，l_1、l_2 为下底的中周、外周，因此其公式应为

$$V=\frac{1}{6}〔(2a_1+a_2)\frac{L_1+L_2}{2}+(2a_2+a_1)\frac{l_1+l_2}{2}〕h$$

【勾股定理】

勾股定理在《九章》中的表述是："勾股术曰：勾股各自乘，并，而开方除之，即弦。"即 $c=\sqrt{a^2+b^2}$，又有 $a=\sqrt{c^2-b^2}$、$b=\sqrt{c^2-a^2}$ 两种形式。刘徽只作了证明提示："勾自乘为朱方，股自乘为青方，令出入相补，各从其类，因就其余不移动也。合成弦方之幂，开方除之，即弦也。"这段方字过于简括，后人推测很多，图 14 是常见的一种出入相补方式。

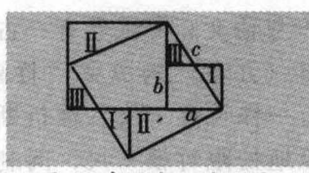


图 14 勾股定理的证明

【解勾股形】

《九章》勾股章提出了若干已知勾股形三边中二者的和差等因素，求其边长的例题。赵爽、刘徽、贾宪先后作了进一步的发展，提出了一般性的公式及其证明。

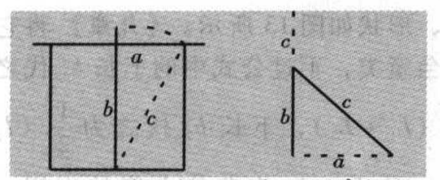


图 15 引葭赴岸　　图 16 竹高折地

国内外流行的印度莲花问题实际上是《九章》"引葭赴岸"题的改写。此题是：有一水池，方 1 丈，一株葭生在中央，高出水面 1 尺，引葭赴岸，恰恰与岸边相齐。问水深、葭长各多少？如图 15，刘徽指出，水池边长的一半为勾 a，水深为股 b，葭长为弦 c，葭高于水面者是弦股差 $c-b$，这是已知勾与弦股差，求股、弦的问题：

$$b=\frac{a^2-(c-b)^2}{2(c-b)}$$

$$c=(c-b)+b.$$

1989 年语文高考试卷有一古文今译题便采自《九章》勾股章"竹高折地"问：今有一株竹高 1 丈，被折断，末梢抵地，抵地处距竹根 3 尺，问剩余高多少？如图 16，刘徽指出，抵地处至竹根距离是勾 a，剩余的高是股 b，折断部分是弦 c，则竹高就是股弦和 $c+b$，此是已知勾与股弦和，求股的问题：

$$b=\frac{(c+b)^2-a^2}{2(c+b)}.$$

这两类题目互相返覆，刘徽以出入相补原理证明之。

有一门户，高比宽多 6 尺 8 寸，两角相距 1 丈。问此门户高、宽各多少？刘徽认为，将户宽作为勾 a，高为股 b，两角相距为弦 c，那么这是一个已知弦 c 与股勾差 $b-a$，求勾、股的问题。《九章》的解法经刘徽改写成

$$a=\frac{1}{2}\sqrt{2c^2-(b-a)^2}-\frac{1}{2}(b-a),$$

$$b=\frac{1}{2}\sqrt{2c^2-(b-a)^2}+\frac{1}{2}(b-a).$$

刘徽的出入相补证明方法是：以勾股和 $b+a$ 为边长作正方形，称为大方，面积 $(a+b)^2$；在其内部作一中方，其顶点在大方每边 a、b 的分点上，其边长自然为 c，面积 c^2；在中方内部作四个以 a、b、c 为边长的勾股形，每一个面积为 $\frac{1}{2}ab$，称为朱幂。中方除去四个勾股形，余一个以 $b-a$ 为边长的正方形，称为黄方，面积为 $(b-a)^2$，如图 17，大方有八个朱幂，一个黄幂，中方有四个朱幂，一个黄幂，因此，中方减去半个黄幂等于半个大方：$\frac{1}{2}(b+a)^2=c^2-\frac{1}{2}(b-a)^2$，$\frac{1}{4}(b+a)^2=\frac{1}{2}[c^2-\frac{1}{2}(b-a)^2]$，于是 $\frac{1}{2}(b+a)=\sqrt{\frac{1}{2}[c^2-\frac{1}{2}(b-a)^2]}=\frac{1}{2}\sqrt{2c^2-(b-a)^2}$，而由 $a=\frac{1}{2}(b+a)-\frac{1}{2}(b-a)$，$b=\frac{1}{2}(b+a)+\frac{1}{2}(b-a)$ 证明了上述公式。

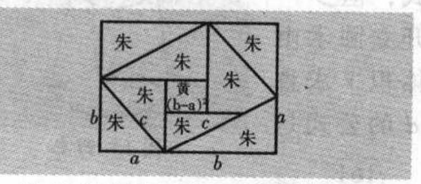


图 17 已知弦与股勾差求勾股的证明

有一门户不知高、宽，有人持一竹竿，不知长短，横着出门，长了 4 尺，竖着出门，长了 2 尺，斜着恰好能出门。问门的高、宽、斜各多少？刘徽把门户的高、宽、斜分别作为勾、股、弦，此

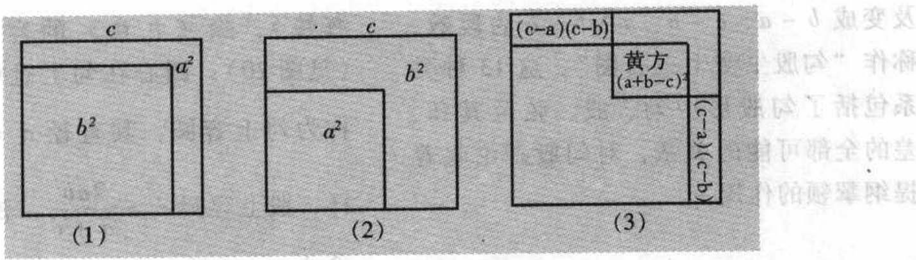


图 18 已知弦勾差弦股差求勾股弦的证明

题是已知弦勾差 $c-a$、弦股差 $c-b$，求勾、股、弦的问题。《九章》给出的公式是：

$$a=\sqrt{2(c-a)(c-b)}+(c-b),$$
$$b=\sqrt{2(c-a)(c-b)}+(c-a)$$
$$c=\sqrt{2(c-a)(c-b)}+(c-b)+(c-a).$$

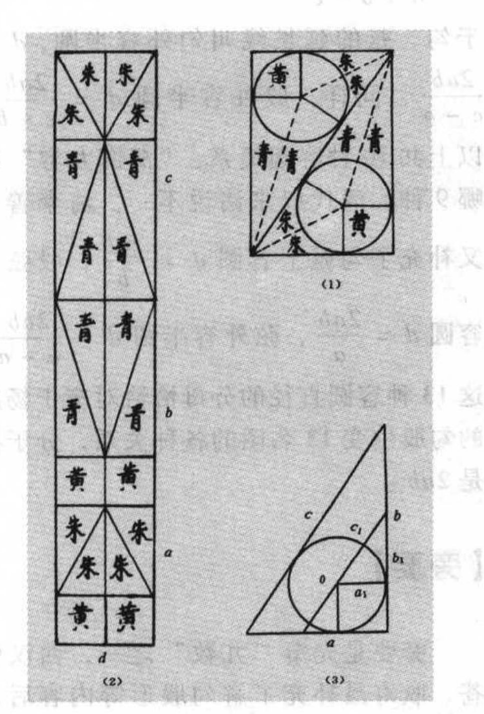


图 19　勾股容圆

为了证明这些公式，刘徽首先指出了在弦幂中勾幂与股幂的相互位置，或矩于表，或方于里：若股幂为方形，则勾幂作为勾矩居于股方之表，如图 18（1）；反之亦然，如图 18（2）。刘徽将其中一个图形旋转 180°，与另一个重合，则成为图 18（3）的情形。勾矩 c^2-b^2 与股矩 c^2-a^2 的面积之和应为弦幂 c^2。在图中，这两者在两角重合于两个以 $c-b$ 为宽、$c-a$ 为长的长方形，其面积为 $2(c-a)(c-b)$。而弦幂中却有一个以 $a+b-c$ 为边长的小黄方未被勾

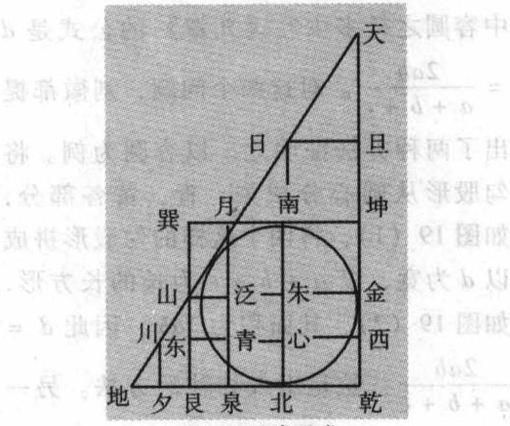


图 20　圆城图式

矩与股矩填满。显然，小黄方的面积 $(a+b-c)^2$ 应等于 $2(c-a)(c-b)$，开方

$$a+b-c=\sqrt{2(c-a)(c-b)}.$$

由 $a=(a+b-c)+(c-b),$
$b=(a+b-c)+(c-a),$
$c=(a+b-c)+(c-b)+(c-a)$

便证明了上述三式。

北宋贾宪把《九章》解勾股形的四个类型的方法抽象成一般性公式。杨辉又进而总结出 a、b、c、$c\pm a$、$c\pm b$、$b\pm a$、$a+b\pm c$、$c\pm(b-a)$ 13 种关系

及变成 $b-a$、$c-b$、$a+b-c$ 的段数，称作“勾股生变十三名图”。这13种关系包括了勾股形中勾、股、弦及其和、差的全部可能的关系，对勾股理论起着提纲挈领的作用。

【勾股容方与容圆】

勾股容方与容圆是《九章》勾股章的两个题目。前者是：已知勾股形勾5步，股12步，问所容正方形边长是多少？《九章》的公式是 $d=\frac{ab}{a+b}$。后者是：已知勾股形勾8步，股15步，问其中容圆之径多少？《九章》的公式是 $d=\frac{2ab}{a+b+c}$。对这两个问题，刘徽都提出了两种方法证明之。以容圆为例。将勾股形从圆心分成朱、青、黄各部分，如图19（1），将四个这样的勾股形拼成以 d 为宽，以 $a+b+c$ 为长的长方形，如图19（2），其面积为 $2ab$，因此 $d=\frac{2ab}{a+b+c}$。这是出入相补的方法。另一种方法是过圆心作一中弦平行于弦，中弦与勾、股及垂直于勾、股的半径形成两个小勾股形，如图19（3）。考虑其中一个，比如股上的小勾股形，设三边为 a_1、b_1、c_1，显然 $a_1+b_1+c_1=b$，而 $a_1:b_1:c_1=a:b:c$，因此可用衰分术：$a_1=\frac{ab}{a+b+c}$。而 $d=2a_1=\frac{2ab}{a+b+c}$。刘徽还提出 $d=\sqrt{2(c-a)(c-b)}$ 等公式。

勾股容圆在宋元时代成为重要的研究课题。人们考虑了各种容圆问题。元李冶便在洞渊九容基础上演绎出《测圆海镜》，除《九章》的容圆外，还有（见图20）：圆心在勾上且切于股、弦，称为勾上容圆，其直径 $d=\frac{2ab}{b+c}$，同样，股上容圆 $d=\frac{2ab}{a+c}$，弦上容圆 $d=\frac{2ab}{a+b}$；圆心在勾股交点切于弦，叫勾股上容圆，$d=\frac{2ab}{c}$；切于勾及股、弦的延长线者称为勾外容圆 $d=\frac{2ab}{b+c-a}$，同样，股外容圆 $d=\frac{2ab}{a+c-b}$，弦外容圆 $d=\frac{2ab}{a+b-c}$；圆心在股的延长线且切于勾、弦的延长线叫勾外容半圆，$d=\frac{2ab}{c-a}$，同样，股外容半圆 $d=\frac{2ab}{c-b}$。以上共10种容圆关系，“洞渊九容”指哪9种，清代以来诸说不一。清李善兰又补充了勾弦上容圆 $d=\frac{2ab}{b}$，股弦上容圆 $d=\frac{2ab}{a}$，弦外容半圆 $d=\frac{2ab}{b-a}$。这13种容圆直径的分母恰恰对应于杨辉的勾股生变13名图的各种关系，分子都是 $2ab$。

【旁要】

旁要是先秦“九数”之一，西汉张苍、耿寿昌补充了解勾股形等内容后改称勾股，成为《九章》勾股章。根据贾宪、杨辉的提示，上述勾股容方、容圆及八个测望问题是旁要的内容。现在介绍这类测望问题。有一正方形城邑，不知大小，城门都在城墙正中。出北门20步有一株树。出南门14步拐向正西

1775 步，恰能看到此树。问城邑每边长多少？设城邑边长 x，出北门 a_1，出南门 k，折西 b，如图21（1），考虑两个相似勾股形，小勾股形股 $b_1=\frac{x}{2}$，大勾股形勾 $a=a_1+x+k$。由于 $\frac{a_1}{b_1}=\frac{a}{b}$，或 $\frac{a_1}{\frac{1}{2}x}=\frac{a_1+x+k}{b}$，故 $x^2+(a_1+k)x=2a_1b$。这是刘徽推导此公式的第一种方法。第二种方法是：如图21（2），宽为

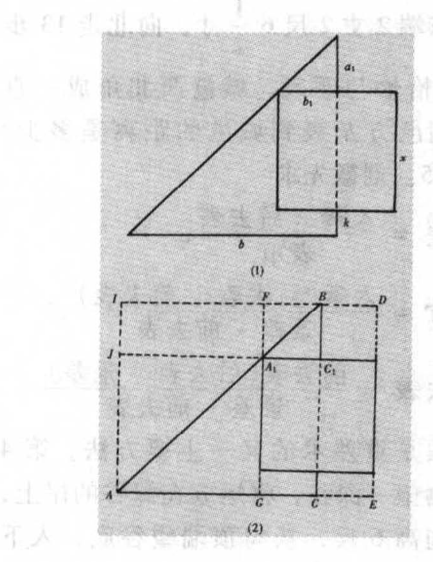
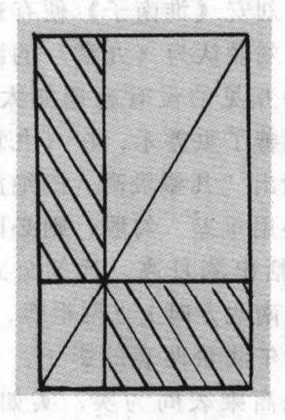


图21　出邑南北门

$DF=x$，长为 $BC=x+a_1+k$ 的长方形 $DEGF$，其面积 $x(x+a_1+k)$，再考虑宽 $BC=x+a_1+k$，长为 $AC=b$ 的长方形 $BCAI$，它被对角线平分，由于勾股形 AA_1J 与 AA_1G 相等，故 BC_1JI 与 $BCGF$ 面积相等。$DEGF$ 的面积是 $BCGF$ 的两倍，即 BC_1JI 的两倍，BC_1JI 的面积为 a_1b，故 $x(x+a_1+k)=2a_1b$。

第二种方法的关键是长方形 BC_1JI 与 $BCGF$ 面积相等，它们有公共部分 BC_1A_1F，则长方形 FA_1JI 与 C_1CGA_1 面积相等。这是一个重要原理，后来贾宪、杨辉将其概括为：将一长方形斜解为二勾股形，两勾股形所容的以公共弦上任一点为公共点的两长方形的面积相等，见图22。这一原理在测望问题的出入相补中作用特别大。《九章》立四表望远、因木望山及测井径问题，都可以这样解决。如因木望山问是：有一树高9丈5尺，距山53里，人目高7尺。距树3里处望山，人目、树顶、山顶成一直线。


图22　容横容直原理

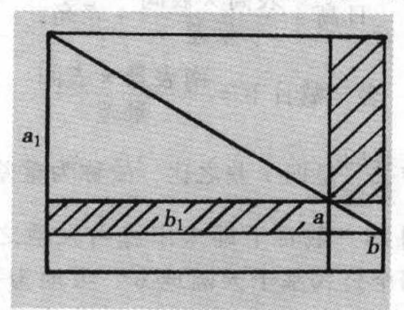


图23　因木望山

问山高多少？如图23。由上述原理，阴影部分相等，故 $ab_1=a_1b$，故 $a_1=\frac{ab_1}{b}$。

【重差】

重差方法是从测太阳高远发展起来

的。西汉刘安《淮南子》便有这种方法的雏形。刘徽认为《九章》的测望对象都是端旁互见的没有超邈如太阳之类。他发展完善了重差术，在《九章算术注序》中指出"凡望极高，测绝深而兼知其远者必用重差、勾股，则必以重差为率"。概括出测日高、远的公式：在洛阳的平地南北方向上立两根表，高8尺。同一天中午测量两表的影子，"以景差为法，表高乘表间为实，实如法而一。

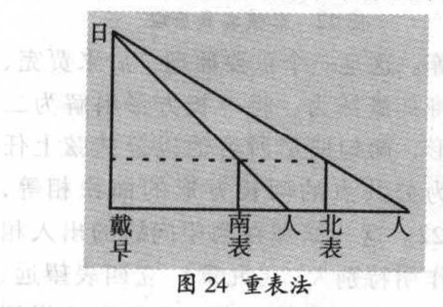


图24 重表法

所得加表高，即日去地也。以南表之景乘表间为实，实如法而一，即为从南表至南戴日下也"。此即

$$日高=\frac{表高\times表间}{景差}+表高,$$

$$表至戴日下=\frac{南表景\times表间}{景差}.$$

其中$\frac{表间}{景差}$是两个差之比，故称为重差术，如图24。戴日下即太阳直射大地之点。这两个公式基于天圆地方、大地为平面的盖天说，不符合实际，但在数学理论上是正确的。《海岛算经》第一问为测望一海岛的高远，其方法、公式与上述日高术完全相同，即所谓重表法。此岛高4里55步，合今1792.14米（以魏尺23.8厘米入算），距大陆的测望点102里150步，合今43911米。中国沿海无这样的海岛，笔者认为，刘徽是以泰山（1536米）为原型，假托成海岛，以成为端旁不可互见的对象。刘徽曾说：圆穹的天都可以测望，"又况泰山之高与江海之广哉?"事实上，上述数据比历代史籍关于泰山高度的记载都精确得多，也比清代学者用重差术的测望结果准确得多。

连索法是重差术的另一种主要方法。《海岛》第3问是南望方邑，竖立两表，与人同高，东西距6丈，以索连之，使东表与城邑的东南角、东北角成一直线。从东表向北走5步，望城邑的西北角，入索东端2丈2尺6$\frac{1}{2}$寸，向北走13步2尺，恰恰与西表、城邑西北角成一直线，问邑方及表到城邑的距离是多少？如图25。刘徽先求

$$景差=\frac{入索\times后去表}{表矩},$$

$$则邑方=\frac{入索(后去表-前去表)}{景差-前去表},$$

$$邑去表=\frac{前去表(后去表-景差)}{景差-前去表}.$$

累矩法是重差术的又一主要方法。第4问是测望一深谷，将矩放在深谷的岸上，矩之勾高6尺，从勾顶端望谷底，入下

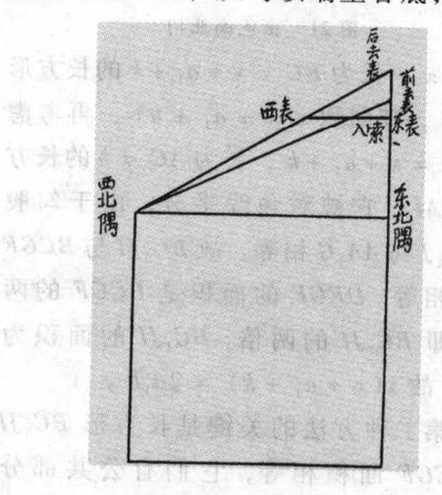


图25 连索法

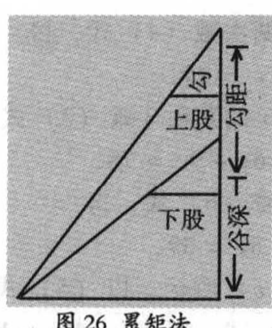


图 26 累矩法

股 9 尺 1 寸，又将此矩向上移 3 丈，从勾顶望谷底，入矩之股（称为上股）8 尺 5 寸，问谷深多少？如图 26，刘徽给出公式：

$$谷深 = \frac{勾距 \times 上股}{股差} - 勾。$$

刘徽提出："度高者重表，测深者累矩，孤离者三望，离而又旁求者四望。"（《九章算术注 · 序》）传本《海岛算经》除上述三个问题要二次测望外，第 2、5、6、8 四题要三次测望，第 7、9 二题要四次测望。中国的重差术到刘徽可谓大备，后来秦九韶等在测望方法上有所改进，但从数学理论上说，在明末西方数学传入之前，没什么新的突破。这些测望公式是怎么证明的，由于刘徽自注及图已失，不得而知，后人颇多控讨。有人认为用相似勾股形对应边成比例的原理，有人认为用面积出入相补原理，从中国的数学传统和当时的数学水平看，两者都是可能的。而刘徽注对复杂的问题，则常常是两者并用。

【方程】

对古代的方程，人们往往望文生义，把"方"字理解成方形。实际上，"方"的本义是并，将两条船并起来，船头拴在一起，古代称为"方"；而"程"，是标准的意思，作为动词，便是求其标准。因此，把一组物品的一个个数量关系并列起来，求各物的数量标准，便是方程。刘徽说："群物总杂，各列有数，总言其实。令每行为率，二物者再程，三物者三程，皆如物数程之，并列为行，故谓之方程。"（《九章算术 · 方程章注》）这是方程的明确定义。显然，有几个未知数，便得有几个等式。值得注意的是，刘徽提出的"令每行为率"的思想，是把方程的一行看成一个有序的即有方向性的数组，大体相当于现今线性代数理论中行向量的概念。方程以分离系数法表示，每一行自上而下排列（与今横行竖列相反，古代通常是横列竖行），不必写出未知数名称，常数项放在最下。如《九章》方程章第 1 问："今有上禾三秉，中禾二秉，下禾一秉，实三十九斗；上禾二秉，中禾三秉，下禾一秉，实三十四斗；上禾一秉，中禾二秉，下禾三秉，实二十六斗。问上、中、下禾实一秉各几何？"列出方程便是如（a）所示（第 89 页）相当于

$$\begin{cases} 3x + 2y + z = 39 & (1) \\ 2x + 3y + z = 34 & (2) \\ x + 2y + 3z = 36 & (3)。 \end{cases}$$

【方程术】

线性方程组解法，《九章》称为方程术，刘徽指出这是一种普遍方法，只是方法太复杂，才借助禾实来阐述。方程术的核心是通过直除法消元，逐步减少未知数的个数及方程的行数，最终消成一行一个未知数，然后再求第二、第

三个未知数。所谓直除即直减：要消去乙行某未知数系数，便用甲行同一未知数的系数乘乙行所有的数，然后用甲行一次次对减乙行，直至乙行该系数为零。刘徽认为，用甲行某未知数系数乘乙行是齐，即使乙行所有项与欲消去的项相齐；用甲行对减乙行至该系数为零止是同，即使甲、乙两行的该未知数系数相同。就是说，直除法符合齐同原理。刘徽进而指出，“举率以相减，不害余数之课也。”（《九章算术·方程章注》）就是说，以方程的整行与另一行相减，不影响方程的解。这是方程消元法的理论基础。我们以《九章》方程章第1问为例说明之，并改用阿拉伯数字。以（1）式 x 的系数3乘（2）式各项，得

$$6x + 9y + 3z = 102 \qquad (4)$$

以（1）式两次减（4）式，得

$$5y + z = 24, \qquad (5)$$

以（1）式 x 的系数3乘（3）式，得

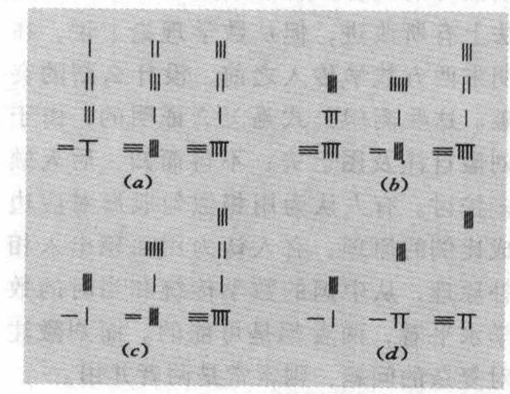
$$3x + 6y + 9z = 78, \qquad (6)$$

以（1）式减（6）式，得

$$4y + 8z = 39, \qquad (7)$$

其方程如（b）所示。以（5）式 y 的系数5乘（7）式，得 $20y + 40z = 195$，以（5）式四次减之，得 $36z = 99$，以9约之，得 $4z = 11$. 其方程如（c）所示。然后，用代入法，将中行与右行分别化成 $4y = 17, 4x = 37$，其方程如（d）所示。于是 $x = 9\frac{1}{4}, y = 4\frac{1}{4}, z = 2\frac{3}{4}$。可以看出，上述运算完全符合现代数学的矩阵理论：

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 3 & 2 \\ 3 & 1 & 1 \\ 26 & 34 & 39 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} 0 & 0 & 3 \\ 4 & 5 & 2 \\ 8 & 1 & 1 \\ 39 & 24 & 39 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} 0 & 0 & 3 \\ 0 & 5 & 2 \\ 4 & 1 & 1 \\ 11 & 24 & 39 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} 0 & 0 & 4 \\ 0 & 4 & 0 \\ 4 & 0 & 0 \\ 11 & 17 & 37 \end{bmatrix}$$



《九章》方程术是世界上最早最完整的线性方程组解法。在国外，它最早出现在7世纪初印度婆罗门笈多（约公元598—?）的书中。在欧洲，则是法国数学家布丢在1559年提出的，比《九章》晚七八百年到1700年。

【正负术】

方程术会导致负数的产生。这里有两个途径，一是直除法消元过程中常出现小数减大数的情形，如方程章第3问；二是方程本身常出现负系数，如第4问，依题意列出 $5x - 11 = 7y$，移项便得 $5x - 7y = 11$。因此《九章》引入了负数概念和正负术。刘徽说：“今两算得失相反，要令正负以名之。”（《九章算术·方程章注》）这是关于正负数的明确定义。《九章》给出：

> 正负术曰：同名相除，异名相益，正无入负之，负无入正之。其

> 异名相除，同名相益，正无入正之，负无入负之。

这是著名的正负数加减法则。同名、异名是现今之同号、异号。前四句讲减法，其意义是：若二数同号，则其差的绝对值是其绝对值之差：$(\pm a)-(\pm b)=\pm(a-b), a \geq b>0$；$(\pm a)-(\pm b)=\mp(b-a), 0<a \leq b$。若二数异号，则其差的绝对值是其绝对值之和：$(\pm a)-(\mp b)=\pm(b+a)$；正数没有与之对减的数，则为负数：$0-(+a)=-a, a>0$；负数没有与之对减的数，则为正数：$0-(-a)=a, a>0$。后四句是加法法则：$(\pm a)+(\mp b)=\pm(a-b), a \geq b>0$；$(\pm a)+(\mp b)=\mp(b-a), 0<a \leq b$；$(\pm a)+(\pm b)=\pm(a+b), a、b>0$；$0+(+a)=a$；$0+(-a)=-a, a>0$。

正负术最初只用于方程术，宋元之后才用于其他数学分支。以《九章》方程章第8问为例，列出方程为

$$\begin{matrix} -5 & 3 & 2 \\ 6 & -9 & 5 \\ 8 & 3 & -13 \\ -600 & 0 & 1000 \end{matrix}$$

。以右行上系数2乘中行，三度减右行；以右行上系数2乘左行，五度加右行，得

$$\begin{matrix} 0 & 0 & 2 \\ 37 & -33 & 5 \\ -49 & 45 & -13 \\ 3800 & -3000 & 1000 \end{matrix}$$

，以3约中行，得

$$\begin{matrix} 0 & 0 & 2 \\ 37 & -11 & 5 \\ -49 & 15 & -13 \\ 3800 & -1000 & 1000 \end{matrix}$$

，以下的变换结果依次是

$$\begin{matrix} 0 & 0 & 2 \\ 0 & -11 & 5 \\ 16 & 15 & -13 \\ 4800 & -1000 & 1000 \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} 0 & 0 & 2 \\ 0 & 11 & 5 \\ 1 & 0 & -13 \\ 300 & 5500 & 1000 \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 300 & 500 & 1200 \end{matrix}$$

。在这里多次应用了正负数加减法则。同时我们看到，尽管《九章》没有明确提出正负数乘除法法则，但实际上却实施了正负数乘除法运算。朱世杰在《算学启蒙》中首次提出了正负数乘法法则。

【损益术】

损益术是通过移项建立方程的方法。《九章》方程章说："损之曰益，益之曰损。"用现今的话就是，在等式一端损，相当于在另一端益；在等式一端益，相当于在另一端损。有时是损益常数项，如方程章第2问："今有上禾七秉，损实一斗，益之下禾二秉，而实一十斗；下禾八秉，益实一斗，与上禾二秉，而实一十斗。问上、下禾实一秉各几何？"方程最先是：

$$\begin{cases}(7x-1)+2y=10 \\ 2x+(8y+1)=10,\end{cases}$$

经过损益，变形为：

$$\begin{cases}7x+2y=11 \\ 2x+8y=9.\end{cases}$$

有时既损益常数项，也损益未知数。如第4问："今有上禾五秉，损实一斗一升，当下禾七秉；上禾七秉，损实二斗五升，当下禾五秉。问上、下禾实一秉各几何？"

方程最先是：

$$\begin{cases}5x-11=7y\\7x-25=5y,\end{cases}$$

经过损益，变形为：

$$\begin{cases}5x-7y=11\\7x-5y=25.\end{cases}$$

损益术还包括今之合并同类项。第11问是："今有二马、一牛价过一万，如半马之价；一马、二牛价不满一万，如半牛之价。问牛、马价各几何？"方程最先是：

$$\begin{cases}(2x+y)-10000=\dfrac{x}{2}\\10000-(x+2y)=\dfrac{y}{2},\end{cases}$$

经过损益，得：

$$\begin{cases}\dfrac{3}{2}x+y=10000\\x+\dfrac{5}{2}y=10000.\end{cases}$$

【互乘相消法】

直除法消元显得繁琐，刘徽在方程章"牛羊直（同值）金"问中创造了互乘相消法。此问是"今有牛五、羊二，直金十两；牛二、羊五，直金八两。问牛、羊各直金几何？"

方程是 $\begin{cases}5x+2y=10\\2x+5y=8.\end{cases}$

刘徽用右行牛的系数5乘左行，又用左行牛的系数2乘右行，得

$$\begin{cases}10x+4y=20\\10x+25y=40.\end{cases}$$

两行相减，得 $21y=20, y=\dfrac{20}{21}$，这就是互乘相消法。刘徽说，以小推大，此种方法"虽四、五行不异也"，就是说，这是一种普遍方法。

可惜，刘徽的这种先进思想700多年间未引起数学家们的重视。贾宪更多地用互乘相消法为方程章题目作细草，有时互乘后先约简再相消，如方程章第5问："今有上禾六秉，损实一斗八升，当下禾一十秉；下禾一十五秉，损实五升，当上禾五秉。问上、下禾实一秉各几何？"

列出方程：

$$\begin{cases}6x-10y=18\\-5x+15y=5,\end{cases}$$

"互乘两行，皆十约之"，运用正负术相消得，

$$4y=12, y=3, x=8.$$

但在有的题目中，贾宪仍用直除法。因为在这些方程中，用直除法更简便些，必须因题制宜。

秦九韶则完全废止了直除法，全部使用互乘相消法。有时他在互乘前先求出两相乘数的公约数，约简后再互乘，显得更简捷。如《数书九章》"均货推本"问列出方程

$$\begin{cases}5x+y & & =2650\\ \quad 33y+100z & & =13250\\-525x+52104z & & =2353200\\175x & +156u & =318000.\end{cases}$$

欲以第一行消去第三行 x 的系数525，而525与第一行 x 的系数5有等数5，便以5约525，得105，便以105乘第一行，加第三行，得

$$\begin{cases}5x+y & & =2650\\ \quad 33y+100z & & =13250\\ \quad 105y+52104z & & =2631450\\175x & +156u & =318000.\end{cases}$$

第一、四行 x 的系数有公因子5，第二、三行 y 的系数有公因子3，但前者比后者大，故先约后者的系数。以3约33得

11，约 105 得 35，以 11 乘第三行，以 35 乘第二行，减第三行，得

$$\begin{cases}5x+y & =2650\\ 33y+100z & =13250\\ 569644z & =28482200\\ 175x+156u & =318000\end{cases}$$

便求出 z 的值。类此，依次求出 y、x、u 的值。

【方程新术】

刘徽在方程章“麻麦”问注中提出了方程新术。所谓方程新术，是通过各行相加减，借助某行消去其他各行的常数项及某些未知数，使每行中只剩下两个未知数，从而求出诸未知数的相与之率，就某一行，或利用今有术化成同为某物之数，或利用衰分术求解。麻麦问较繁琐，而雀燕问也使用了方程新术，谨以此为例。雀燕问是：今有 5 只雀、6 只燕分别飞到一天秤的两端，雀轻燕重。若将 1 只雀与 1 只燕交换，天秤恰好平衡。已知 5 只雀 6 只燕共重 1 斤。问雀、燕一只重多少？

方程是：

$$\begin{cases}4x+y=x+5y\\ 5x+6y=16\end{cases},$$

损益之，得

$$\begin{cases}3x-4y=0\\ 5x+6y=16.\end{cases}$$

第一行已无常数项，由此得出雀、燕的相与之率：

$$x:y=4:3$$

将第二行化为 x（或 y）的关系，$5x+6\times\frac{3}{4}x=16$，$\frac{19}{2}x=16$，$x=1\frac{13}{19}$，$y=1\frac{5}{19}$。

在实际问题中，由于求诸未知数的相与之率较复杂，方程新术并不见得比直除法简便。如麻麦问刘徽用旧术运算需 77 步，用新术需 124 步。由此可见，他探讨新术的目的并不在于要推广这种方法，而是要告诉人们这样一个道理：必须深刻掌握数理，灵活运用数学方法，以解决数学问题。

【开平方】

《周髀》载陈子应用勾股定理测望太阳距离时要开平方，但无开方程序。《九章》少广章提出了世界上最早的开平方的完整抽象程序。刘徽认为，开平方的几何意义是已知一正方形面积求其边长。《九章》按四行布算，最上行准备放议得（即根），下面一行布置被开方数，称为实，第三行是法，最下一行是借一算，与实的个位相齐，这相当于 $x^2=A$，如（1）。将借算自右向左隔一位移一步，至不能移为止。根的位数比移的步数多 1，实是个位、十位数，借一算根是一位数，实是三位、四位数，借算移一步，根是二位数，依此类推，如（2）。议所得（根的第一位）a_1，以 a_1 乘借算 10^{2n} 得 $10^{2n}a_1$，为法，应使 $A\div 10^{2n}a_1$ 得到 a_1 后余数小于 $10^{2n}a_1{}^2$。刘徽认为这一步是以 a_1 乘法 $10^{2n}a_1$ 减 A，即 $A-10^{2n}a_1{}^2<10^{2n}a_1{}^2$，如（3）。其几何意义是从面积为 A 的正方形中减去以 10^na_1 为边长的正方形黄甲，如图 27。再求第二位得数。撤去借算，将法 $10^{2n}a_1$ 加倍，为定法，如（4）。刘徽认为其几何意

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
议得			$10^n a_1$	$10^n a_1$	$10^n a_1$	$10^n a_1 + 10^{n-1} a_2$
实	A	A	$A - 10^{2n} {a_1}^2$	$A - 10^{2n} {a_1}^2$	$A - 10^{2n} {a_1}^2$	$A - 10^{2n} {a_1}^2 - (2 \cdot 10^{2n-1} a_1 + 10^{2n-2} a_2)\ a_2$
法			$10^{2n} a_1$	$2 \cdot 10^{2n} a_1$	$2 \cdot 10^{2n-1} a_1$	$2 \cdot 10^{2n-1} a_1 + 10^{2n-2} a_2$
借算	1	10^{2n}	10^{2n}		10^{2n-2}	10^{2n-2}

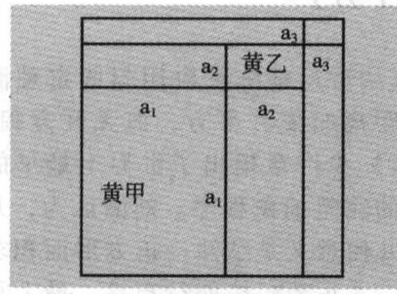


图 27 开平方术示意

义是与黄甲相连的两朱幂的长 $10^n a_1$，此朱幂的宽是第二位得数。将定法向右退一位，为 $2 \cdot 10^{2n-1} a_1$，再在下行个位上布置借一算，自右向左隔一位移一步，显然只有 $n-1$ 步，即 10^{2n-2}。求根的第二位得数相当于求减根方程 $10^{2n-2} {x_1}^2 + 2 \cdot 10^{2n-1} a_1 x_1 = A - 10^{2n} {a_1}^2$ 的正根，如(5)。议得 a_2，以 a_2 乘借算 10^{2n-2}，加定法，得 $2 \cdot 10^{2n-1} a_1 + 10^{2n-2} a_2$，使得 $(A - 10^{2n} {a_1}^2) \div (2 \cdot 10^{2n-1} a_1 + 10^{2n-2} a_2)$ 的商是 a_2，而其余数小于 $(2 \cdot 10^{2n-1} a_1 + 10^{2n-2} a_2) a_2$。刘徽认为这一步相当于求出余实 $(A - 10^{2n} {a_1}^2) - (2 \cdot 10^{2n-1} a_1 + 10^{2n-2} a_2) a_2$，如(6)。其几何意义是从正方形余下部分中减去两朱幂及以 $10^{n-1} a_2$ 为边长的小正方形黄乙。若余实仍不为零，则继续开方。显然，这种方法对任何自然数的开方都是适用的。《九章》的例题中被开方数有的高达10位，如 $\sqrt{3972150625} = 6325$。如果被开方数是分数，则通分后，分子、分母分别开方，然后相除，如：

$$\sqrt{564752\frac{1}{4}} = \sqrt{\frac{2259009}{4}} = \frac{\sqrt{2259009}}{\sqrt{4}}$$

$$= \frac{1503}{2} = 751\frac{1}{2}.$$

如果分母不可开（无理数），则以分母乘实，开方之后，除以分母：

$$\sqrt{\frac{A}{B}} = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{B}} = \frac{\sqrt{AB}}{B} \quad (A \geqslant 0, B > 0).$$

《九章》少广章说："若开之不尽者为不可开，当以面命之。"这里"不可开"大体相当于无理数。《九章》之后，对开方不尽的情形，有人以 $a + \frac{A - a^2}{2a + 1}$ 表示 $\sqrt{A}$ 的近似值，刘徽指出，这个值太小，应有不等式 $a + \frac{A - a^2}{2a + 1} < \sqrt{A} < a + \frac{A - a^2}{2a}$。刘徽又提出，为得到 $\sqrt{A}$ 的精确近似值，求出整数部分之后，应继续开方，"求其微数"，以十进分数逼近 $\sqrt{A}$。他说："退之弥下，其分弥细，则朱幂虽有所弃之数，不足言之也。"《九章算术·少广章注》刘徽的思想不仅开十进小数之先河，而且是保证我国圆周率计

算在世界上领先千余年的先决条件，此是后话。

《孙子算经》、《张丘建算经》未提出抽象的开方程序，但从题目的开方细草中可以看出，它们在求得根的一位得数后，不再撤去借算，而是保留借算，改称下法，退二位求减根方程。它们还吸取了刘徽的改进。北宋贾宪提出立成释锁法，继承了以往开方法的长处并加以改进，与现今方法无异。

一次项系数不为零的开方称为带从开方。《九章》勾股章有需开带从平方的例题（见第五节），而未有开方程序。但是，上述开方程序中从求第二位得数起，便是开带从方。

【开立方】

《九章算术》也提出了开立方的完整程序。

> 开立方术曰：置积为实。借一算步之，超二等。议所得，以再乘所借一算为法，而除之。除已，三之为定法。复除，折而下。以三乘所得数置中行。复借一算置下行。步之，中超一，下超二等。复置议，以一乘中，再乘下，皆副以加定法。以定法除。除已，倍下、并中从定法。复除，折下如前。开之不尽者，亦为不可开。若积有分者，通分内子为定实。定实乃开之，讫，开其母以报除。若母不可开者，又以母再乘定实，乃开之。讫，令如母而一。

明白了开方术，这段文字并不难理解。

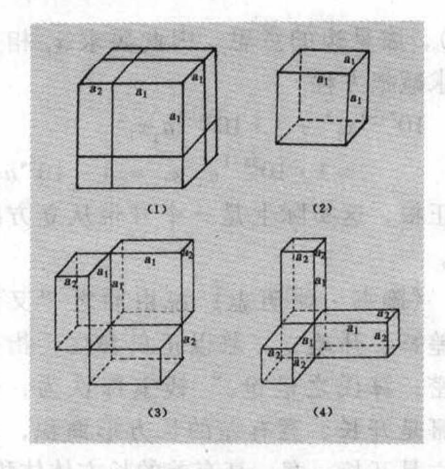


图 28　开立方术示意

这里作五行布算：议得（根）、实、法、中行、借算。刘徽以立体模型给开立方以直观几何解释。开立方是已知一正方体的体积求其边长。设其根为 $n+1$ 位，以根的一位得数的立方 $10^{3n}a_1{}^3$ 减实 A，便是从体积为 A 的正方体中减去以 $10^n a_1$ 为边长的正方体。$A-10^{3n}a_1{}^3$ 便是其剩余部分，它由三种七块立体组成，如图 28（1）。第一种是角上的小正方体，如图 28（2），其体积为 $10^{3n-3}x_1{}^3$；第二种是三块扁状小长方体，每一块体积为 $(10^n a_1)^2 \cdot 10^{n-1}x_1 = 10^{3n-1}a_1{}^2 x_1$，如图 28

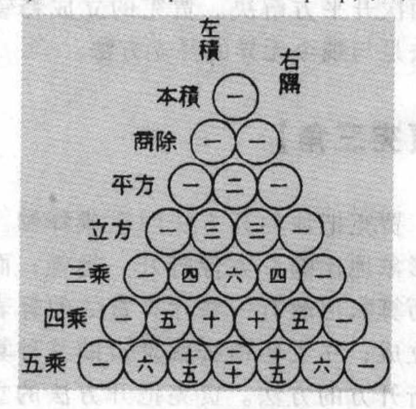


图 29　贾宪三角

（3）；第三种是三块条状小长方体，每一块体积为 $10^n a_1 \cdot (10^{n-1}x_1)^2 = 10^{3n-2}a_1 x_1{}^2$，刘徽称为三长廉，如图 28

(4)，廉是边的意思。因此要求 x_1 相当于求减根方程

$$10^{3n-3}x_1^{\ 3} + 3 \cdot 10^{3n-2}a_1x_1^{\ 2} + 3 \cdot 10^{3n-1}a_1^{\ 2}x_1 = A - 10^{3n}a_1^{\ 3}$$

的正根，这实际上是一个开带从立方问题。

《隋书·律历志》说祖冲之“又设开差幂、开差立，兼以正负参之，指要精密，算氏之最也。”钱宝琮认为，开差幂是开长、宽有差的长方形面积，开差立是开长、宽、高有差的长方体体积。设宽 x，长 $x+k$，高 $x+l$，则 $x(x+k)=A$ 或 $x^2+kx=A$ 是带从平方，就是开差幂。而 $x(x+k)(x+l)=A$ 或 $x^3+(k+l)x^2+klx=A$ 就是开差立。如果 k、l 有一个或两者都是负数，则 x^2、x 的系数可能为负，这就是要兼以正负参之的原因所在。就是说，祖冲之已能解决负系数带从平方、立方问题。可惜他的著作已失传。目前所传最早开带从立方问题出现在王孝通《缉古算经》中，他解决了形如 $x^3+ax^2+bx=A$ 及 $x^4+ax^2=A$ 的求解问题，其中 a、$A>0,b\geqslant 0$。后者通过两次开平方解决。贾宪的立成释锁立方法是与现今无异的开立方法。

【贾宪三角】

贾宪把他的开方法叫立成释锁。释锁形象地比喻开方像打开一把锁；而唐宋历算家把载有一些计算常数的算表称为立成；立成释锁法就是借助某种算表进行开方的方法。贾宪把开方法的立成称作开方作法本源，今天称之为贾宪三角。目前中学课本与若干小册子把它称作杨辉三角，是以讹传讹。实际是，它保存在杨辉书中，而杨辉明确指出“贾宪用此术”。

贾宪三角是将整次幂二项式 $(a+b)^n(n=0,1,2,3,\cdots)$ 的展开式的系数摆成的三角形，如图29。这个图下面有五句话：“左衺乃积数，右衺乃隅算，中藏者皆廉。以廉乘商方，命实而除之。”（《永乐大典》所引《详解〈九章〉算法》）前三句说明了贾宪三角的结构：最外左右斜线上的数字，分别是 $(x+a)^n(n=0,1,2,\cdots)$ 展开式中积 a^n 和隅算 x^n 的系数，中间的数二，三、三，四、六、四，……分别是各廉。后两句说明了各系数在立成释锁方法中的作用。二，三、三分别在开平方、开立方中的作用，上面已经看到了；四、六、四，五、十、十、五，……分别在开四次、五次……方中的作用与此类似。贾宪三角的提出，表明贾宪实际上已把立成释锁方法推广到高次方，这是一个重大的突破。

贾宪三角之后附有造法，即“增乘方求廉法：列所开方数，以隅算一，自下增入前位，至首位而止。复以隅算如前升增，递低一位求之。”（《永乐大典》所引《详解〈九章〉算法》）贾宪还给出了求六次方各廉的细草，如第110页所示。最后得到六、十五、二十、十五、六便是六次方的各廉。显然，用这种方法可以求出任意高次方的各廉。换言之，贾宪已能把贾宪三角写到任意多层。

后来，朱世杰用两组平行线将贾宪三角的数联结起来，如图30，说明贾宪三角还成为朱世杰解决高阶等差级数求和问题的主要工具。

15世纪，阿拉伯数学家阿尔·卡西用直角三角形表示了同样意义的三角形。16、17世纪欧洲许多数学家都提出过这

第一位	1	1 + 5 = 6				
第二位	1	1 + 4 = 5	5 + 10 = 15			
第三位	1	1 + 3 = 4	4 + 6 = 10	10 + 10 = 20		
第四位	1	1 + 2 = 3	3 + 3 = 6	6 + 4 = 10	10 + 5 = 15	
第五位	1	1 + 1 = 2	2 + 1 = 3	3 + 1 = 4	4 + 1 = 5	5 + 1 = 6

个三角形，其中以帕斯卡最有名，被称作帕斯卡三角。

【增乘开方法】

贾宪创造的增乘开方法，又称递增开方法，把开方技术推进到一个新的阶段。目前中学数学教科书中的综合除法的程序与此相类似。它主要用随乘随加代替一次使用贾宪三角的各廉。我们以开 1336336 的四次方（古代称为三乘方）为例说明之。

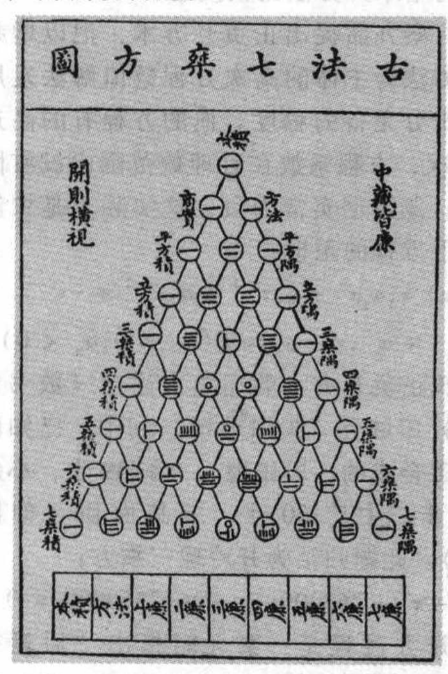


图 30　朱世杰改进的贾宪三角

递增三乘开方法草曰：(1) 置积为实。别置一算名曰下法于实末。常超三位，约实。〔一乘超一位，三乘超三位。万上定实。〕(2) 上商得数〔三十〕；乘下法，生下廉〔三十〕；乘下廉，生上廉〔九百〕；乘上廉，生立方〔二万七千〕。命上商，除实〔余五十二万六千三百三十六〕。(3) 做法：商第二位得数。以上商乘下法，入下廉〔共六十〕；乘下廉，入上廉〔共二千七百〕；乘上廉入方〔共一十万八千〕。(4) 又乘下法入下廉〔共九十〕；乘下廉入上廉〔共五千四百〕。又乘下法入下廉〔共一百二十〕。(5) 方一、上廉二、下廉三、下法四退〔方一十万八千，上廉五千四百，下廉一百二十，下法定一。〕。(6) 又于上商之次续商置得数〔第二位：四〕。以乘下法入下廉〔一百二十四〕；乘下廉入上廉〔共五千八百九十六〕，乘上廉并为立方〔一十三万一千五百八十四〕。命上商，除实，尽，得三乘方一面之数〔如三位立方，依第二位取用〕。

其计算草图应为：



这是有文字记载的第一个开四次方程序，它比立成释锁法简便。这个开方如果不用随乘随加，便要利用贾宪三角第五层，计算 $4\cdot3$，$6\cdot3^2$，$4\cdot3^3$。同时，它的程序化比立成释锁法更强，只要作好第一步布位定位，掌握退位步数，那么以商自下而上递乘递加，每低一位而止，对任何次方都相同。开方次数愈高，商的位数愈多，数字愈大，就愈显得这种方法优越。后来在阿拉伯地区产生了同样的方法。而在欧洲，直到上世纪初才先后由鲁菲尼与霍纳创造出来，故称为鲁菲尼——霍纳法或霍纳法，比贾宪晚 800 余年。

【正负开方术】

祖冲之求解负系数方程的资料已佚。现存史料中，第一次突破方程系数为正的限制的是北宋 12 世纪数学家刘益。据杨辉《田亩比类乘除捷法》所引，刘益《议古根源》中提出了形如 $x^2-12x=864$，$-5x^2+228x=2592$，$-5x^4+52x^3+128x^2=4096$ 的方程，可见他还突破了首项系数是 1 的限制。刘益为解决这些负系数方程，提出了益积开方术和减从开方术。杨辉说刘益的方法“实冠前古”。这两种方法尚不是增乘方法，后者与增乘开方法比较接近。

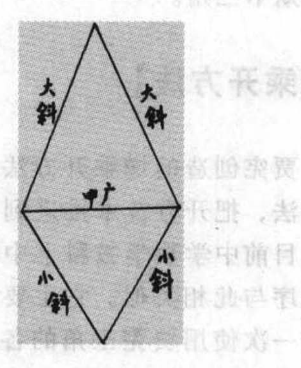


图 31 尖田

秦九韶提出正负开方术，把以增乘开方法为主体的高次方程数值解法发展到十分完备的程度。他的方程有的高达 10 次，方程系数在有理数范围内没有限制。他规定实常为负，这实际上是求解如下方程的正根：

$$f(x)=a_0x^n+a_1x^{n-1}+a_2x^{n-2}+\cdots$$
$$+a_{n-1}x+a_n=0(a_0\neq0,a_n<0).$$

秦氏正负开方术的完整表述在《数书九章》田域类“尖田求积”问中：已知两尖田合成的一段田地，大斜 39 步，小斜 25 步，中广 30 步，求其面积（如图 31）。此题归结为开玲珑三乘方：

$$-x^4+763200x^2-40642560000=0$$

其开方过程是：秦九韶指出“后篇效此”，表明这是一种普遍方法。这个开方中，出现常数项由负变正的情况，秦

九韶称为“换骨”。开方过程中，还会出现常数项绝对值增大的情形，秦氏称为“投胎”。秦氏提出这些情形，目的在于指示人们遇到反常情形不要裹足不前，而是要继续下去。

正负开方术是 13 世纪宋元数学家的共识。南宋的杨辉，金元的李冶、朱世杰对此都有贡献。李冶、朱世杰不再规定实常为负，而是可正可负，并对常数项变号或绝对值增大的情况也提出了处理意见。数学家们还提出了之分法。如《益古演段》第 40 题需求 $-22.5x^2-648x+23002=0$ 的正根，就原式开方，开不出准确根，李冶便以 22.5 乘常数项 23002，得 517545，一次项系数不变，二次项系数变为 -1，再开方，即求 $-y^2-648y+517545=0$ 的正根。这实际上是作变换 $y=22.5x$，求出 $y=465$，因此，$x=465\div22.5=20\frac{2}{3}$。朱世杰把这种方法推广到高次方。《四元玉鉴》的“和分索隐”门第 13 问的开方式是 $576x^4-2640x^3+1729x^2+3960x-1695252=0$。他开得正根的整数部分 8 之后，尚有余式

$$576x_1^4+15792x_1^3+159553x_1^2+704392x_1-545300=0,$$

便以 576^3 乘常数项，576^2 乘一次项系数，576 乘二次项系数，三次项系数不变，以 1 为首项系数，开方式化成

$$y^4+15792y^3+91902528y^2+233700360192y-104208452812800=0。$$

这实际上进行变换 $y=576x_1$，开方得 $y=384$，因此 $x_1=\frac{y}{576}=\frac{384}{576}=\frac{2}{3}$，$x=8\frac{2}{3}$。之分法又称作连枝同体术，是非常巧妙的。

	商
-406425600000	实
0	方
763200	上廉
0	下廉
-1	益隅

(1) 列开方式：开玲珑三乘方。

800	商
-406425600000	实
0	方
763200	上廉
0	下廉
-1	益隅

(2) 上廉超一位，益隅超三位，商数进一位。上廉再超一位，益隅再超三位，商数再进一位，上商八百为定。

800	商
382054400000	实
98560000	方
123200	上廉
-800	下廉
-1	益隅

(3) 以商生隅，入益下廉，以商生下廉消从上廉，以商生上廉，入方，以商生方，得正积，乃与实相消。以负实消正积，其积乃有余，为正实，谓之“换骨”。

800	商
382054400000	实
-826880000	方
-1156800	上廉
-1600	下廉
-1	益隅

(4) 一变，以商生隅，入下廉。以商生下廉，入上廉内，相消。以正负上廉相消。以商生上廉，入方内，相消。以正负方相消。

800	商
382054400000	实
-826880000	方
-3076800	上廉
-2400	下廉
-1	益隅

(5) 二变：以商生隅，入下廉；以商生下廉，入上廉

800	商
382054400000	实
-826880000	方
-3076800	上廉
-3200	下廉
-1	益隅

(6) 三变：以商生隅，入下廉。

800	商
38205440000	实
-826880000	方
-3076800	上廉
-3200	下廉
-1	益隅

(7) 四变，方一退，上廉二退，下廉三退，隅四退；商续置。

840	商
00000000000	实
-955136000	方
-3206400	上廉
-3240	下廉
-1	益隅

(8) 以方约实，续商置四十，生隅入下廉内。以商生下廉，入上廉内。以商生上廉，入方内。以续商四十命方法，除实，适尽。所得商数八百四十步为田积。

【根与系数】

刘益《议古根源》根据已知“直田积864步，只云长阔共60步”，连续提出两个问题，一是“欲先求阔步得几何?”一是“欲先求长步，问得几何?”显然此二问都归结到同一方程 $-x^2+60x=864$，它的两个根 $x_1=24, x_2=36$ 便分别为这两个问题的答案。但是刘益和杨辉都未能从这一例子认识到二次及其以上的方程可能有多于一个的正根，并进而讨论根与系数的关系问题。直到清中叶中国古典数学复兴，汪莱、李锐才考虑这个问题，取得了杰出的成就。汪莱1801年在《第五册算书》中首先提出二次方程可能有一个或二个正根，三次方程可能有一个、二个或三个正根。秦九韶、李冶书中的方程有许多不只一个正根，不加分析地取其中一个为答数是不应该的。例如，形如 $ax^2-bx+c=0, ax^3-bx^2+cx+d=0, ax^3-bx^2+d=0, ax^3-bx^2-cx+d=0, ax^3+bx^2-cx+d=0, ax^3-cx+d=0, ax^3-bx^2+cx+d=0$（式中 $a、b、c、d>0$）的几个方程如有正根，便不只一个，而 $ax^3-bx^2+cx-d=0$ 的正根可能是一个，可能是三个。他还明确指出，如 x_1, x_2, x_3 是其正根，则 $x_1+x_2+x_3=\frac{b}{a}, x_1x_2+x_2x_3+x_3x_1=\frac{c}{a}, x_1x_2x_3=\frac{d}{a}$。

汪莱初步考虑了正根个数与方程系数正负号的关系。汪莱从六安将《第五册算书》寄给扬州焦循，次年焦循携书到杭州与李锐共同研究。李锐将汪莱对二、三次方程正根的研究推广到任意高次方程，提出了三条判别根与系数关系的法则，把这项研究提高到一个新的阶段。然而三条中第二条有语病，汪莱举出了一个反例。他们对这一问题继续研究。后来李锐撰《开方说》，提出：方程系数符号变化一次的常有一个正根，变化二次的有二正根，变化三次的有三正根或一正根，变化四次的有四正根或二正根。正根个数比符号变化次数少时，所缺少的根就是汪莱所说的“无数”，它们必定成对，没有缺一根的情形。李锐这一判别法则与欧洲17世纪笛卡儿的符号法则是等价的。

李锐还承认方程的根可以是负数，用增乘开方法求负根的方法与求正根一致。他认为，求出一个根之后，可用此根将方程降低一次以求第二个根，如此逐步降幂，而不必就原方程开方。李锐还首次提出方程有重根的问题。至此，中国的方程论形成了一门比较完整的学科。

【天元术】

唐王孝通列出了更复杂的方程。如《缉古算经》第15问，已知勾股相乘幂 $ab = 706\frac{1}{50}$，弦多于勾 $c-a = 36\frac{9}{10}$，求勾 a、股 b、弦 c。他的术文是关于勾 a 的开方式：$a^3 + \frac{c-a}{2}a^2 = \frac{(ab)^2}{2(c-a)}$。自注的列开方式的思路是：

$$(ab)^2 = a^2b^2,$$

$$\frac{(ab)^2}{2(c-a)} = \frac{a^2b^2}{2(c-a)} = a^2\frac{c^2-a^2}{2(c-a)}$$

$$= a^2 \cdot \frac{c+a}{2} = a^2(a + \frac{c-a}{2})$$

$$= a^3 + \frac{c-a}{2}a^2,$$

但是，怎样想到由 $\frac{(ab)^2}{2(c-a)}$ 开始变换，是个十分技巧的问题。不过，从刘徽到王孝通，其共同的方法是将两数相乘看成面积，三数相乘看成体积，通过出入相补原理解决。这种方法在宋朝发展为演段法，它实际上是通过等积变换列出方程的方法。在这里，未知量与已知量一样投入图形变换和数量运算。问题在于，对未知数没有统一的符号，显得繁琐。天元术以一个符号“天元一”表示未知数，通过天元多项式的运算相消，列出开方式，开方式造术有了规范的程序。

由于史料散佚，天元术的早期发展情况尚不清楚。祖颐在《四元玉鉴·后序》中谈到了天元术的发展概况。他说：“平阳（今山西临汾）蒋周撰《益古》，博陆（今河北蠡县）李文一撰《照胆》，鹿泉（今河北获鹿县）石信道撰《钤经》，平水（今临汾）刘汝谐撰《如积释锁》，绛（今山西新绛县）人元裕细草之，后人始知有天元也。”就是说，天元术通过从蒋周到元裕一系列数学家的不断努力，才完善起来。可惜这些著作除《益古》的部分题目保存在李冶的《益古演段》中外，其余已荡然无存。这里未提到李冶，其中元裕是不是李冶至友元好问，学术界亦未有定论。无论如何，李冶时代，天元术已是北方金元数学家的共同财富，《测圆海镜》、《益古演段》只是目前传世的使用天元术的最早的著作。李冶的笔记中对天元术的发展情况则谈得更为详细。他年轻时在东平县看到一算经，以人表示常数项，居中，仙、明、霄、汉、垒、层、高、上、天表示未知数的9、8、…2、1次幂，居人之上，地、下、低、减、落、逝、泉、暗、鬼表示未知数的-1、-2、…-8、-9次幂，居人之下。后来他看到的天元术著作取消了表示各幂次的汉字，而以天元表示正幂，在上，地元表示负幂，在下，其幂次按位置值表示，在上距天元愈远，幂次愈高，在下距地元愈远，幂次愈低。太原彭泽、彦材作了重大改革，他们交换天元、地元的位置，采取天元在下，地元在上的方式。我们知道，开方图式中常数项在上，之下依次排列未知数的一次、二次……幂，彦材的改革使天元术表示法与开方图式一致，简便得多了。李冶《测圆海镜》表明，洞渊已经有了立天元一的明确步骤。李冶对天元术的重大贡献在于，他取消了表示负幂的地元，只用一个“元”字表示未知数的一次幂，或用“太”表示常数项，其他幂次皆按位置值给出，进一步简化了天元术的表示和运算。他在《测圆海镜》中仍取正幂在

上，负幂在下的方式，在《益古演段》中则颠倒过来，正幂在下，负幂在上，后来的数学家都采取这种方式。

【天元术】

天元术的基本思想是：首先立所求的量为天元一，根据问题的条件给出两个等价的天元式，使两个天元式相减，便得到一个开方式，即一个方程式。后面这个过程叫做如积相消。而如积释锁则包含了列方程、解方程的完整过程。显然，立某量为天元一相当于今天的设某某为未知数 x，天元式相当于今天的含未知数的多项式。如按《测圆海镜》的记法［算筹记法］便表示多项式 $x^4 - 332x^3 + 27556x^2$。我们以《测圆海镜》卷七第2问为例展示天元术。此题是

> 假令有圆城一所，不知周径。或问丙出南门直行一百三十五步而立，甲出东门直行十六步见之。问径几何？又法曰：二行相乘得数，又自之，为三乘方实。并二行步，以乘二行相乘数，又倍之为从。二行相并数以自乘于上，又二行相减数自乘减上位为第一廉。第二廉空。一益隅。益积开之得半径。

如图32，设南行 EA 为 k，东行 FB 为 l，则此即要求解方程

$$-x^4 + 4klx^2 + 2kl(k+l)x + (kl)^2 = 0$$

李冶用天元术推导这个四次方程的方法是：

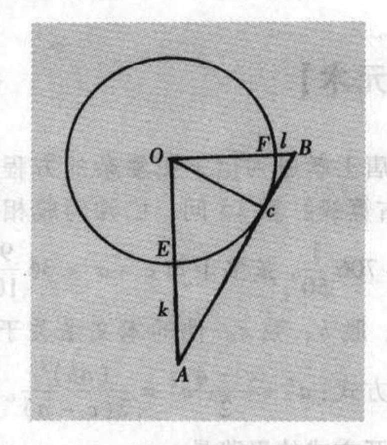
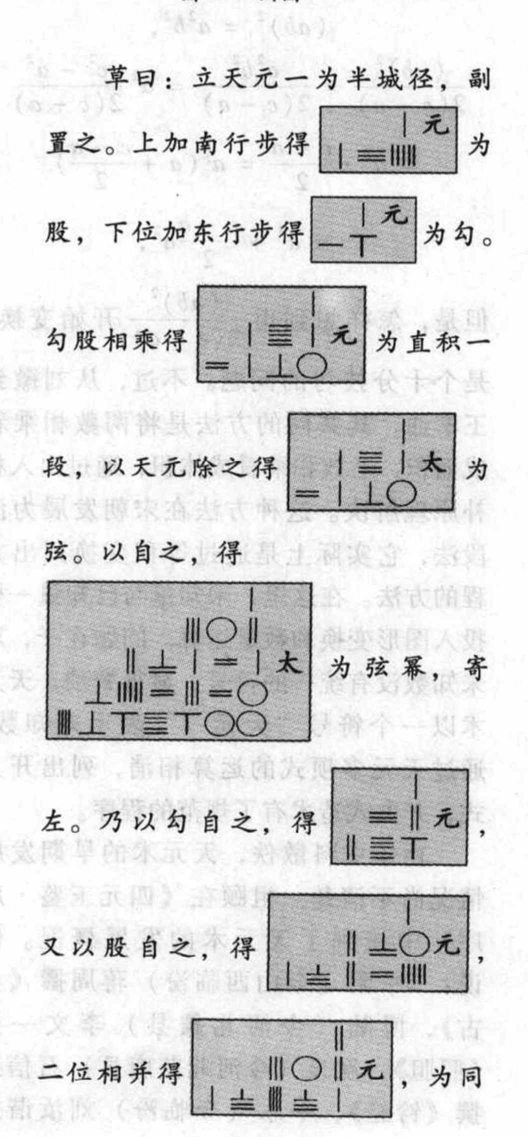
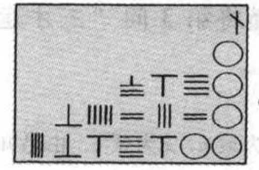


图 32　测圆



草曰：立天元一为半城径，副置之。上加南行步得［算筹］为股，下位加东行步得［算筹］为勾。勾股相乘得［算筹］为直积一段，以天元除之得［算筹］为弦。以自之，得［算筹］为弦幂，寄左。乃以勾自之，得［算筹］，又以股自之，得［算筹］，二位相并得［算筹］，为同

数。与左相消，得



。开益积三乘方，得一百二十步，即半城径也。

这段文字用现代符号翻译出来就是：设 x 为圆城半径 OC。$x+k$ 为股 OA，$x+l$ 为勾 OB。由于 $AB.OC=OA.OB$，即 $AB.x=(x+k)(x+l)$，故弦 $AB=\dfrac{(x+k)(x+l)}{x}$

$$=\frac{x^2+(k+l)x+kl}{x}$$

$$=x+(k+l)+klx^{-1},$$

$$AB^2=[x+(k+l)+klx^{-1}]^2=x^2+2(k+l)x+k^2+l^2+4kl+2(k+l)klx^{-1}+(kl)^2x^{-2}.$$

又 $AB^2=OA^2+OB^2=(x+k)^2+(x+l)^2=2x^2+2(k+l)x+k^2+l^2$，两者相减，两端乘以 x^2，即得上述开方式。

由此可见，在李冶时代已完全掌握了天元多项式的加、减、乘法及除数为天元单项式的除法，掌握了指数的乘除法运算及合并同类项等运算。由于天元式的表示采取位置值制，故乘除数为天元幂的乘除法，只要上下移动“元”字或“太”字即可。

【四元术】

四元术就是多元高次方程组解法，它实际上包括四元术表示法和四元消法两部分内容。

四元术的表示方法是常数项居中，旁记一“太”字，天元幂系数居下，地元居左，人元居右，物元居上，其幂次由它们与“太”字的位置关系决定，不必记出天、地、人、物等字，距“太”字愈远，幂次愈高，相邻两元幂次之积记入每行列的交叉处，不相邻之元的幂次之积无相应位置，寄放在夹缝中，如图 33。一个筹式相当于现今的一个方程式，二元方程组列出两个筹式，三元方程组列出三个筹式，四元方程组列出四个筹式。这是一种分离系数表示法，对列出高次方程组与消元都很方便。可惜由于平面只有上、下、左、右四个方向，最多只能列出四元，高出四元的方程组便无能为力。

⋮	⋮	⋮	⋮
…	物^{2}地^2	物^{2}地	物^2
…	物地^2	物地	物
…	地^2	地	太
…	地^{2}天	地天	天
…	地^{2}天^2	地天^2	天^2
…	⋮	⋮	⋮

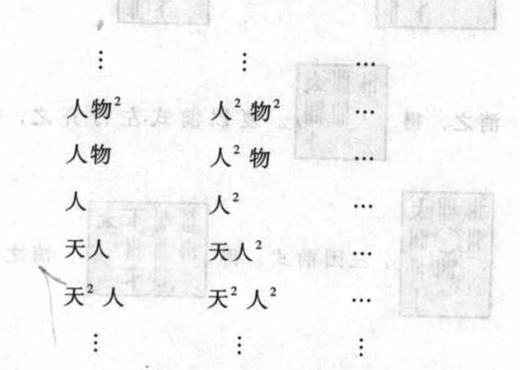
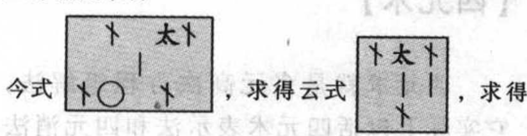


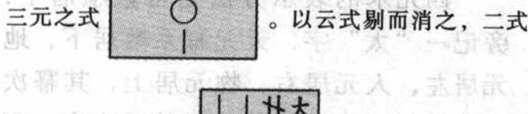
图 33　四元布列

四元术的核心是四元消法，即将四元四式消成三元三式，再消成二元二式，最后化成一元一式，即高次开方式。朱世杰《四元玉鉴》卷首的“假令细草”中列出了天元术、二元术、三元术和四元术的范例。谨将第3问“三才运元”的消法

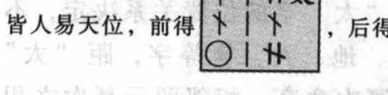
草曰：立天元一为勾，地元一为股，人元一为弦。三才相配求得



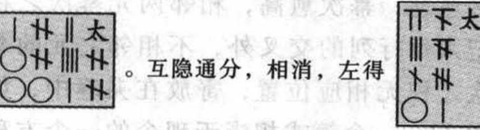
今式，求得云式，求得



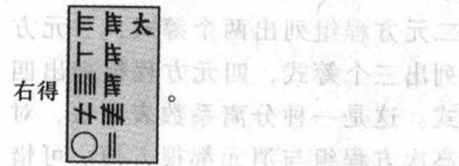
三元之式。以云式剔而消之，二式



皆人易天位，前得，后得

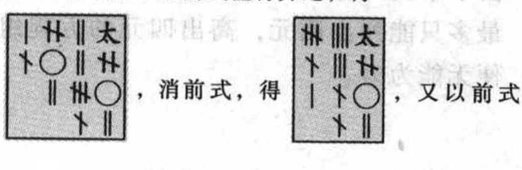


。互隐通分，相消，左得，



右得

〔罗士琳细草：以前式左行齐之，得



，消前式，得，又以前式消之，得。复以前式左行齐之，得，三因前式，得，消之得

解：设 x 为勾 a，y 为股 b，z 为弦 c，由已知条件列出

$$x + y + z - xy(z - y) = 0 \text{或}$$

$$-xy^2 + xyz - x - y - z = 0 \text{（今式）}.$$

同样

$$-x^2 + x + xz - y - z = 0 \text{（云式）}.$$

$$x^2 + y^2 - z^2 = 0 \text{（三元式）}.$$

以云式减今式，以 x 除，并将 $y^2 = z^2 - x^2, y = -x^2 + x + xz - z$ 代入，便得到前式：

$$x^2 + x - x^2z + xz - z + xz^2 - 2z^2 - 2 = 0.$$ 将 $y = -x^2 + x + xz - z$ 代入三元式，便得到后式：

$$x^3 - 2x^2 + 2x - 2x^2z + 4xz - 2z + xz^2 - 2z^2 = 0.$$

并将人元摆到天元上。互隐通分相消，得到

$$(-z^2 + 3z + 7)x + (z^3 - 3z^2 - 7z - 6) = 0$$

为左式，

$$(-2z^3 + 5z^2 + 11z + 13)x + (2z^4 - 5z^3 - 15z^2 - 13z - 14) = 0$$

为右式。

〔以前式左行 $(-z+1)$ 乘后式，

$$(-z+1)x^3 + (2z^2 - 2)x^2 + (-z^3 - 3z^2 + 2z + 2)x + (2z^3 - 2z) = 0$$

以 x 乘前式，得

$$(-z+1)x^2 + (z^2 + z + 1)x^2 + (-2z^2 - z - 2)x = 0$$

两者相消，得

$$(z^2 - z - 3)x^2 + (-z^3 - z^2 + 3z + 4)x + (2z^3 - 2z) = 0$$

又以 z 乘前式

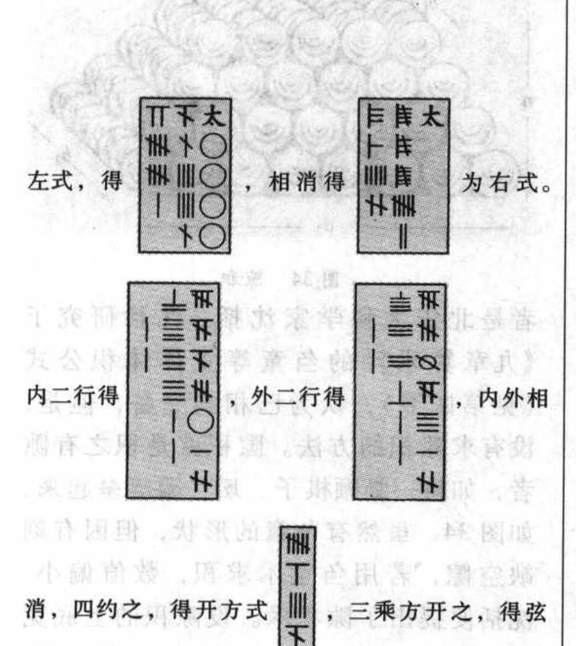
$$(-z^2 + z)x^2 + (z^3 + z^2 + z)x + (-2z^3 - z^2 - 2z) = 0$$

与之相消，得 $-3x^2 + (4z + 4)x + (-z^2 - 4z) = 0$

以前式左行 $(-z+1)$ 乘此式，得

为左式。以左行齐前式得；

又以前式左行齐



左式，得　　，相消得　　为右式。

内二行得　　，外二行得　　，内外相消，四约之，得开方式　　，三乘方开之，得弦五步。

解释如下。问题是："今有股弦较除弦和和与直积等。只云勾弦较除弦较和与勾同，问弦几何？"即已知 $(a+b+c)\div(c-b)=ab$，$(-a+b+c)\div(c-a)=a$，及勾股定理 $a^2+b^2=c^2$，求 c。其解法是：（见第133—135页）

由于朱世杰的文字过于简括，"互隐通分相消"所引用罗士琳细草，只是提供一个大体说明消元过程的例子。至于是否符合朱氏原意，不得而知。事实上，许多学者有不同的细草。

$(3z-3)x^2+(-4z^2+4)x+(z^3+3z^2-4z)=0$

以3乘前式，得

$(-3z+3)x^2+(3z^2+3z+3)x+(-6z^2-3z-6)=0$

两者相消，得

$(-z^2+3z+7)x+(z^3-3z^2-7z-6)=0$ 为左式。

以左式 x 的系数 $(-z^2+3z+7)$ 乘前式，得到

$(z^3-4z^2-4z+7)x^2+(-z^4+2z^3+9z^2+10z+7)x+(2z^4-5z^3-15z^2-13z-14)=0$

以前式 x^2 的系数 $(-z+1)$ 及 x 乘左式，得

$(z^3-4z^2-4z+7)x^2+(-z^4+4z^3+4z^2-z-6)x=0$

两者相消为右式：

$(-2x^3+5z^2+11z+13)x+(2z^4-5z^3-15z^2-13z-14)=0$]

内二行相乘得

$(z^3-3z^2-7z-6)(-2z^3+5z^2+11z+13)$
$=-2z^6+11z^5+10z^4-43z^3-146z^2-157z-78$

外二行相乘得

$(-z^2+3z+7)(2z^4-5z^3-15z^2-13z-14)$
$=-2z^6+11z^5+14z^4-67z^3-130z^2-133z-98$

两者相减应为0

$4z^4-24z^3+16z^2+24z-20=0$，

$z^4-6z^3+4z^2+6z-5=0$，

$z=5$.

【等差级数】

人们很早就认识了等差级数。《九章算术》均输章有几个等差级数的例题。如"今有金箠长五尺，斩本一尺重四斤，斩末一尺重二斤。问次一尺各重几何？"《九章》用衰分术求解，刘徽则根据首项、末项、项数先求出公差：$a_1=4$，$a_5=2$，公差 $d=\dfrac{a_1-a_5}{5-1}=\dfrac{1}{2}$。刘徽实际上

已掌握了$d=\frac{a_n-a_1}{n-1}$。此题为递减，公差应为$d=-\frac{1}{2}$。“九节竹”问也是一个等差级数问题。这些问题都未给出求和公式。盈不足章良驽二马问则更进了一步。在求良、驽二马15日所行里数时，使用了公式$S_n=[a_1+\frac{(n-1)d}{2}]n$，这是已知等差级数的首项$a_1$，公差$d$，项数$n$，而求前$n$项和的公式。不过，描述上述公式的文字是《九章》术文还是刘徽注，学术界有不同意见，尚难定论。刘徽又把上述公式写成：

$$S_n=a_1n+\frac{[1+(n-1)](n-1)}{2}d.$$

这可以看作是上述公式的推导。

等差级数问题在《张丘建算经》中又得到多方面发展。卷上第22问：“今有女善织，日益功疾，初日织五尺。今一月，共织九匹三丈。问日益几何？术曰：置今织尺数，以一月日而一，所得倍之，又倍初日尺数减之，余为实。以一月日数，初一日减之，余为法，实如法得一。”设首项a_1，项数n，前n项和S_n，则公差$d=(\frac{2S_n}{n}-2a_1)\div(n-1)$。第23问：“今有女子不善织，日减功迟，初日织五尺，末日织一尺，今三十日织讫。问织几何？术曰：并初末日织尺数，半之，余，以乘织讫日数，即得。”设初日织a_1，末日织a_n，此即前n项和公式$S_n=\frac{1}{2}(a_1+a_n)n$。卷上第32问、卷中第1问都是已知首项$a_1$，公差$d$及各项平均值$m$，求项数$n=[2(m-a_1)+d]\div d$。卷下第36问是已知公差1，首项1，则$n$项和

$$S_n=\frac{1}{2}n(n+1).$$

【隙积术】

等差级数问题在宋元时代发展为高阶等差级数求和问题。这一课题的开创

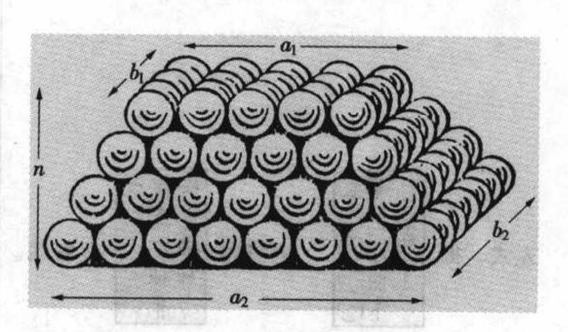


图34 隙积

者是北宋大科学家沈括。沈括研究了《九章算术》的刍童等立体体积公式（见第四节），认为已相当完备，但是，没有求隙积的方法。隙积就是积之有隙者，如将一颗颗棋子、坛、罐等垒起来，如图34，虽然有刍童的形状，但因有刻缺空隙，若用刍童术求积，数值偏小。沈括便提出了隙积术。设隙积的上底宽a_1，长b_1，下底宽a_2，长b_2，高n层，且$a_2-a_1=b_2-b_1=n-1$，沈括提出的隙积术是：

$$\begin{aligned}S&=a_1b_1+(a_1+1)(b_1+1)\\&\quad+(a_1+2)(b_1+2)+\cdots+a_2b_2\\&=\frac{n}{6}[(2a_1+a_2)b_1+(2a_2+a_1)b_2\\&\quad+(a_2-a_1)].\end{aligned}$$

即刍童状隙积中物件的个数比刍童体积多$\frac{n}{6}\times(a_2-a_1)$。隙积术实际上是一个二阶等差级数求和问题。

南宋杨辉《详解九章算法》以各种

菓子垛比类《九章》的立体。其中刍童形菓子垛与沈括的隙积术相同。四隅垛（比类方锥、阳马）的求积公式为：

$$S_n = 1^2 + 2^2 + 3^2 + \cdots + n^2$$
$$= \frac{1}{3}n(n+1)(n+\frac{1}{2}).$$

方垛（比类方亭）的求积公式为：

$$S_n = a^2 + (a+1)^2 + (a+2)^2 + \cdots + (b-1)^2 + b^2$$
$$= \frac{n}{3}(a^2 + b^2 + ab + \frac{b-a}{2}).$$

三角垛（比类鳖臑）的求积公式为：

$$S_n = 1 + 3 + 6 + 10 + \cdots + \frac{n(n+1)}{2}$$
$$= \frac{1}{6}n(n+1)(n+2).$$

不难看出，这都是二阶等差级数求和问题。同时，可以看出，在沈括的隙积术中令 $a_1 = b_1 = 1, a_2 = b_2 = n$，便是杨辉的四隅垛公式；令 $a_1 = b_1, a_2 = b_2$，便是杨辉的方垛公式；令 $a_1 = 1, b_1 = 2, a_2 = n, b_2 = n+1$，便成为两个三角垛之和

级数	a_1b_1	$(a_1+1)(b_1+1)$	$(a_1+2)(b_1+2)$	$(a_1+3)(b_1+3)$	$(a_1+4)(b_1+4)\cdots$
一阶差	a_1+b_1+1	a_1+b_1+3	a_1+b_1+5	a_1+b_1+7	$\cdots$
二阶差	2	2	2	2	$\cdots$

$$1\cdot2 + 2\cdot3 + 3\cdot4 + \cdots + n(n+1)$$
$$= \frac{1}{3}n(n+1)(n+2).$$

两端除以2，便得到杨辉的三角垛公式。

【垛积术与招差术】

杨辉的二阶等差级数求和解法通常叫垛积术，朱世杰则把垛积术的研究推向最高峰。《四元玉鉴》卷中“茭草形段”、“如象招数”和卷下“果垛叠藏”三门33题中，都是已知高阶等差级数总和求其项数的问题。为了解决这些问题，需要按照各自的求和公式列出一个高次方程来，然后用“正负开方术”求其根。在这些问题中，朱世杰提出了一系列三角垛公式：

茭草垛（或称茭草积）：

$$S_n = \sum_{r=1}^{n} r = 1 + 2 + 3 + \cdots + n$$
$$= \frac{1}{2!}n(n+1).$$

三角垛（或落一形垛）：

$$S_n = \sum_{r=1}^{n} \frac{1}{2!}r(r+1)$$
$$= 1 + 3 + 6 + \cdots + \frac{1}{2}n(n+1)$$
$$= \frac{1}{3!}n(n+1)(n+2).$$

撒星形垛（或三角落一形垛）：

$$S_n = \sum_{r=1}^{n} \frac{1}{3!}r(r+1)(r+2)$$
$$= 1 + 4 + 10 + \cdots + \frac{1}{3!}n(n+1)(n+2)$$
$$= \frac{1}{4!}n(n+1)(n+2)(n+3).$$

三角撒星形垛（或撒星更落一形垛）：

$$S_n = \sum_{r=1}^{n} \frac{1}{4!}r(r+1)(r+2)(r+3)$$
$$= 1 + 5 + 15 + \cdots$$

$$+\frac{1}{4!}n(n+1)(n+2)(n+3)$$

$$=\frac{1}{5!}n(n+1)(n+2)(n+3)(n+4).$$

首位而止。复以隅算如前升三角撒星更落一形垛：

$$S_n=\sum_{r=1}^{n}\frac{1}{5!}r(r+1)(r+2)(r+3)(r+4)$$

$$=1+6+21+\cdots+\frac{1}{5!}n(n+1)(n+2)(n+3)(n+4)$$

$$=\frac{1}{6!}n(n+1)(n+2)(n+3)(n+4)(n+5).$$

这些公式在朱世杰的书中似乎没有条理，但是，从它们之中，后一个被称作前一个的落一形垛，即前一个的前 n 项之和是后一个的第 n 项来看，它们在朱世杰的头脑中是形成了一个完整的体系的。我们再看它们与贾宪三角的关系：上述各级数依次是贾宪三角第 2、3、4、5、6 条斜线上的数字，而其和恰恰是第 3、4、5、6、7 条斜线上的第 n 个数字，这就是为什么朱世杰用两组平行于左、右两斜的平行线将贾宪三角的各个数联结起来。可见，朱世杰已经掌握了三角垛的一般公式：

$$\sum_{r=1}^{n}\frac{1}{p!}r(r+1)(r+2)\cdots(r+p-1)$$

$$=\frac{1}{(p+1)!}n(n+1)(n+2)\cdots(n+p).$$

显然，当 $p=1,2,3,4,5$ 时便是上述三角垛公式。朱世杰还解决了以四角垛之积为一般项的一系列高阶等差级数求和问题，以及岚峰形垛等更复杂的级数求和问题。

郭守敬（公元 1231—1316 年）、王恂（公元 1235—1281 年）等元朝天算学家曾用招差术推算日、月的按日经行度数。朱世杰也把用招差术解决高阶等差级数求和问题发展到十分完备的程度。“如象招数”门第 5 问附录中：“（今有官司）依立方招兵，初招方面三尺，次招方面转多一尺，得数为兵。今招一十五方，问招兵几何？”“术曰：求得上差二十七、二差三十七、三差二十四、下差六。求兵者：今招为上积，又今招减一为茭草底子积为二积，又今招减二为三角底子积为三积，又今招减三为三角落一积为下积。以各差乘各积，四位并之，即招兵数也。”设日数为 x，$f(x)$ 为第 x 日共招兵数，则逐日招兵数为 $(2+x)^3$，当 $x=1,2,3,4\cdots\cdots$ 时，$f(x)$ 之值及逐级差如下：

日数	每日招兵数			
1	$3^3=27$（上差△）			
		37（二差$\triangle^2$）		
2	$4^3=64$		24（三差$\triangle^3$）	
		61		6（四差$\triangle^4$）
3	$5^3=125$		30	
		91		6
4	$6^3=216$		36	
		127		…
5	$7^3=343$		…	
		…		…
…	……		…	

上差 $\Delta=27$，二差 $\Delta^2=37$，三差 $\Delta^3=24$，下差 $\Delta^4=6$。而上积为 n，二积为以 $(n-1)$ 为底子的茭草垛积 $\sum_{r=1}^{n-1} r=\frac{1}{2!}n(n-1)$，三积为以 $(n-2)$ 为底子的三角垛积 $\sum_{r=1}^{n-2} r(r+1)=\frac{1}{3!}n(n-1)(n-2)$，下积为以 $(n-3)$ 为底子的三角落一形垛积 $\sum_{r=1}^{n-3} r(r+1)(r+2)=\frac{1}{4!}n(n-1)(n-2)(n-3)$。因此，求 $f(n)$ 相当于列出招差公式

$$
\begin{aligned}
f(n) &= n\Delta+\frac{1}{2!}n(n-1)\Delta^2 \\
&+\frac{1}{3!}n(n-1)(n-2)\Delta^3 \\
&+\frac{1}{4!}n(n-1)(n-2)(n-3)\Delta^4.
\end{aligned}
$$

这一公式与现代通用形式完全一致。欧洲在格雷果里（J · *Gregory*）的著作（公元 1670 年）中才首先对招差术加以说明，而普遍公式则出现在牛顿的著作（公元 1676 年）中。朱世杰指出招差公式的各项系数恰恰依次是各三角垛的积，是他的突出贡献。上式中，$n=15$，则

$$
\begin{aligned}
f(15) &= 15\times27+\frac{1}{2!}15\times14\times37 \\
&+\frac{1}{3!}15\times14\times13\times24 \\
&+\frac{1}{4!}15\times14\times13\times12\times6 \\
&=23400(\text{人})
\end{aligned}
$$

即为 15 日共招兵人数。

【勾股数组】

勾股定理 $x^2+y^2=z^2$ 本身就是一个不定问题，显然它有无数组解。满足该定理的有理数组（a，b，c）通常称为勾股数组，西方称为毕达哥拉斯数组。如何表示出勾股数组，是两千多年来数学家们关注的问题。公元前五、六世纪，毕达哥拉斯设一奇数为 $2a+1=m^2$，m 为正整数，那么 $a=\frac{1}{2}(m^2-1)$、m、$a+1=\frac{1}{2}(m^2+1)$ 就是勾股数组；后来柏拉图以 $2m$、m^2-1、m_2+1 为勾股数组公式，欧几里得以 $\sqrt{uv}$、$\frac{1}{2}(u-v)$、$\frac{1}{2}(u+v)$ 或 $mnpq$、$\frac{mn}{2}(p^2-q^2)$、$\frac{mn}{2}(p^2+q^2)$ 表示勾股数组，显然这些表达式并未给出全部勾股数组。

世界上第一次给出勾股数通解公式的是《九章算术》勾股章“二人同所立”问。问题是：“今有二人同所立。甲行率七，乙行率三。乙东行，甲南行十步而邪东北与乙会。问甲、乙行各几何?”显然甲行 c + a，乙行 b，而 $(c+a):b=m:n=7:3$。《九章》先求出南行率即勾率 $a=\frac{1}{2}\times(m^2-n^2)$，东行率即股率 b = mn，邪行率即弦率 $c=\frac{1}{2}(m^2+n^2)$。然后根据已知南行步数，用今有术求出东行和邪行步数。这里勾、股、弦三率便是勾股数的通解表示式，其为通解的条件是 m、n 为互素的奇数，《九章》的两个例题都符合此条件。国外被认为最先给出勾股数组通解公式的是希腊的丢番都，其公式是 $a=\frac{2mc}{m^2+1}$，$b=ma-c=\frac{m^2-1}{m^2+1}c$，若令 $m=\frac{u}{v}$，$c=u^2+$

v^2，则可得到与《九章》等价的公式。丢番都大约与刘徽同时，比《九章》晚了三、四百年。

《九章算术》已知勾股差与弦求勾股的问题后来也发展为勾股差率与弦率的形式：

$$c:(b-a)=p:q,\quad 则$$

$$\begin{cases} a=\frac{1}{2}(\sqrt{2p^2-q^2}-q) \\ b=\frac{1}{2}(\sqrt{2p^2-q^2}+q) \\ c=p. \end{cases}$$

这是勾股数组的通解公式的另一种形式，其条件为p、q为互素奇数，$2p^2-q^2$是一个完全平方数。秦九韶曾用该公式成功地解决了遥度圆城的十次方程造术。美国数论专家迪克森(Dickson)1894年提出了勾股数组的另一种形式：$\sqrt{2st}+s$，$\sqrt{2st}+t$，$\sqrt{2st}+s+t$。显然，其雏形便是《九章》勾股章已知弦勾差、弦股差求勾、股、弦的公式。

【五家共井】

《九章算术》方程章有一五家共井题："今有五家共井，甲二绠不足，如乙一绠；乙三绠不足，以丙一绠；丙四绠不足，以丁一绠；丁五绠不足，以戊一绠；戊六绠不足，以甲一绠。如各得所不足一绠，皆逮。问井深、绠长各几何？"依术列出方程是：

$$\begin{cases} 2x+y=\omega \\ 3y+z=\omega \\ 4z+u=\omega \\ 5u+v=\omega \\ x+6v=\omega. \end{cases}$$

《九章》按方程术解，得出$x=265$，$y=191$，$z=148$，$u=129$，$v=76$，$\omega=721$。此题六个未知数，只能列出5行方程，消元的结果，应得到$v=\frac{76}{721}\omega$。刘徽指出，《九章》的解法是"举率以言之"，实际上只给出了最小的一组正整数解。此是不定问题，是中国数学史上首次明确提出不定问题。

【百鸡问题】

《张丘建算经》也提出了一个不定问题，即世界数学史上著名的百鸡问题："今有鸡翁一直钱五，鸡母一直钱三，鸡雏三直钱一，凡百钱买鸡百只。问鸡翁、母、雏各几何？"依术列出方程

$$\begin{cases} x+y+z=100 \\ 5x+3y+\frac{1}{3}z=100. \end{cases}$$

《张丘建算经》认识到这是一个不定方程，给出了(4,18,78)，(8,11,81)，(12,4,84)三组解，是其全部正整数解。《张丘建算经》揭示了解法："术曰：鸡翁每增四，鸡母每减七，鸡雏每益三，即得。"这个提示太简括，其具体解法后人有若干猜测。钱宝琮的理解是：以3乘第2行，减第1行，化成$7x+4y=100$，其中$4y$与100都是4的倍数，因此x应是4的倍数：$x=4t$，那么$y=25-7t$，$z=75+3t$，令$t=1,2,3$，则$x=4,8,12$，$y=18,11,4$，$z=78,81,84$。因为必须求正整数解，故x不能为0或负数，也不能大于12，只能有以上三组解。后来人们一直未找到百鸡问题的一般解法，直到19世纪中叶，宋元数学复兴之后，骆腾凤《艺游录》、时曰醇《百鸡术衍》用大衍求一术求解，才找到一般解法。

百鸡问题对阿拉伯、欧洲数学产生了

巨大影响。13世纪意大利菲波那契的《算法之书》,15世纪阿拉伯的阿尔·卡西的《算术之钥》都有百鸡问题,显然源于中国。

【大衍总数术与大衍求一术】

中国民间历来流传着"秦王暗点兵"、"韩信点兵"、"鬼谷算"、"隔墙算"、"剪管术"等数字游戏,实际上都是一种方法,它导源于《孙子算经》"物不知数"问,秦九韶称作"大衍总数术",即今之一次同余式组解法。同余是数论中的一个重要概念,给定一个正整数 m,如果二整数 a、b,使 $a-b$ 被 m 整除,就称 a、b 对模 m 同余,记作 $a\equiv b(mod m)$。"物不知数"题是:"今有物不知数,三三数之剩二,五五数之剩三,七七数之剩二,问物几何?"这是世界数学史上首次提出同余式问题。用现代符号表示,此题是求满足同余式:

$$N\equiv 2(mod\,3)\equiv 3(mod\,5)\equiv 2(mod\,7)$$

的最小正整数 N。《孙子算经》的解法是

$$N=2\times 70+3\times 21+2\times 15-2\times 105=23.$$

其根据是:$70=2\times 5\times 7\equiv 1\ (mod\ 3)$,$21=3\times 7\equiv 1\ (mod\ 5)$,$15=3\times 5\equiv 1\ (mod\ 7)$。可见《孙子算经》的作者在一定程序上明白了下面这个定理:

若 A_i($i=1,2,\cdots n$)是两两互素的正整数,$R_i<A_i$,R_i 也是正整数($i=1,2,\cdots n$),正整数 N 满足同余式组

$N\equiv R_i\ (\mathrm{mod}A_i)\quad i=1,2,\cdots n$。如果能找到诸正整数 k_i,使

$$k_i\frac{\prod_{j=1}^{n}A_j}{A_i}\equiv 1(\mathrm{mod}A_i),i=1,2,\cdots n,$$

则 $$N=\sum_{i=1}^{n}R_iK_i\frac{\prod_{j=1}^{n}A_j}{A_i}(\mathrm{mod}\prod_{j=1}^{n}A_j).$$

欧洲现代数学大师欧拉(公元1707—1783年)、拉格朗日(公元1736—1813年)都对同余式问题作过研究。高斯(公元1777—1855年)的《算术探究》(公元1801年)中明确写出了上述定理。来华传教士伟烈亚力(公元1815—1887年)1852年将"物不知数"题介绍到西方,人们发现它与上述定理一致,遂称之为中国剩余定理。

同余式解法还来自于历法制定中上元积年的计算。中国古代的历法,要假定远古有一个甲子日,那一年的冬至与十一月的合朔都恰好在这一日的子时初刻。有这么一天的年度叫上元,从上元到制定历法的本年的总年数叫上元积年。已知本年冬至时刻及十一月平朔时刻,求"上元积年"在数学上便是同余式的问题。但是,"历家虽用,用而不知"(《数书九章序》),在中国数学史也是世界数学史上第一次提出一次同余式组完整解法的是南宋数学家秦九韶。

秦九韶的方法称为大衍总数术。他将诸 k_i 叫作乘率,诸 A_i 叫作定数,$\prod_{j=1}^{n}A_j$ 叫作衍母,$\frac{\prod_{j=1}^{n}A_j}{A_i}$ 叫衍数,而方法的核心是大衍求一术,即求乘率 k_i 的方法。为叙述方便,我们将 $\frac{\prod_{j=1}^{n}A_j}{A_i}$ 记为 G,将 A_i

记为 A，k_i 记为 k，求一术变成为 A、G 互素的情况下求满足 $kG \equiv 1\ (\mathrm{mod} A)$ 的 k 值。秦九韶首先提出，如果 $G > A$，若 $G \equiv g\ (\mathrm{mod} A)$，$0 < g < A$，则 $kg \equiv 1\ (\mathrm{mod} A)$ 与 $kG \equiv 1\ (\mathrm{mod} A)$ 等价，这便是现代同余式理论中的传递性。因此问题变成了求满足 $kg \equiv 1\ (\mathrm{mod} A)$ 的 k。秦九韶称 g 为奇数。他的大衍求一术是：将 g 置于右上，A 置于右下，左上置天元一，g 与 A 辗转相除，商依次是 q_1、$q_2 \cdots$，余数是 r_1、r_2、…，按一定规则在左下、左上计算 c_1、c_2、…，直到右上 $r_n = 1$ 为止（此时 n 必定是偶数），则左上的 $c_n = q_n c_{n-1} + c_{n-2}$ 便是所求的 k 值。用现代符号表示就是：

天元 1	g
	A

1	g
	$A = gq_1 + r_1$

1	$g = r_1 q_2 + r_2$
$C_1 = q_1$	r_1　　q_1

$C_2 = q_2 c_1 + 1$	r_2　　q_2
C_1	$r_1 = r_2 q_3 + r_3$

C_2	$r_2 = r_3 q_4 + r_4$
$C_3 = q_3 c_2 + c_1$	r_3　　q_3

$C_4 = q_4 c_3 + c_2$	r_4　　q_4
C_3	$r_3 = r_4 q_5 + r_5$

……

C_{n-2}	$r_{n-2} = r_{n-1} q_n + 1$
$C_{n-1} = q_{n-1} c_{n-2} + c_{n-3}$	r_{n-1}　　q_{n-1}

$C_n = q_n c_{n-1} + c_{n-2}$	$r_n = 1$　　q_n
C_{n-1}	r_{n-1}.

这里要计算到右上 $r_n = 1$，故有“求一”之名。可以证明，这种求乘率 k 的方法是正确的。在上述方法中，诸 A_i 必须是两两互素的正整数，但是在实际问题中诸 A_i 不一定互素，甚至不一定是整数，可能是分数或小数。秦九韶针对不同的情况，提出了化约各种不同的问题为定数的程序。由于中国古代没有因数分解的概念，化约过程走了弯路，但毕竟比较成功地解决了这个问题。

秦九韶把大衍总数不仅用于历法推算，而且用于建筑、行程、粟米交易、库额利息，甚至断案等问题。谨以“余米推数”问为例。有一米铺投诉被盗去三箩筐米，不知数量。左箩剩 1 合，中箩剩 14 合，右箩剩 1 合。后捉到盗米贼甲、乙、丙。甲说，当夜他摸得一只马杓，一杓杓将左箩的米舀入布袋；乙说，他踢着一只木履，将中箩的米舀入布袋；丙说，他摸得一只漆碗，将右箩的米舀入布袋。三人将米拿回家食用，日久不知其数，遂交出作案工具。量得一马杓容 19 合，一木履 17 合，一漆碗 12 合。问共兵丢的米数及三人所盗的米数。这是求同余式组

$$N \equiv 1(\mathrm{mod}\ 19) \equiv 14(\mathrm{mod}\ 17) \equiv 1(\mathrm{mod}\ 12)$$

的解 N。由于 19、17、12 两两互素，便为定数。衍母为 $19 \times 17 \times 12 = 3876$，衍数依次是 $17 \times 12 = 204$，$19 \times 12 = 228$，$19 \times 17 = 323$。求分别满足 $k_1 \times 204 \equiv 1\ (\mathrm{mod}\ 19)$，$k_2 \times 228 \equiv 1\ (\mathrm{mod}\ 17)$，$k_3 \times 323 \equiv 1\ (\mathrm{mod}\ 12)$ 的乘率 k_1，k_2，k_3。由

于衍数分别大于定数，便用定数减衍数，得奇数 14，7，11。问题变成求分别满足 $k_1 \times 14 \equiv 1 \pmod{19}$，$k_2 \times 7 \equiv 1 \pmod{17}$，$k_3 \times 11 \equiv 1 \pmod{12}$ 的 k_1，k_2，k_3。求 k_1 的程序：

1	14	
	19 = 14 × 1 + 5	
1	14 = 5 × 2 + 4	
1	5	1
2 × 1 + 1 = 3	4	2
1	5 = 4 × 1 + 1	
3	4 = 1 × 3 + 1	
1 × 3 + 1 = 4	1	1
3 × 4 + 3 = 15	1	3
4	1	

故 $k_1 = 15$.

求 k_2 的程序：

1	7	
	17 = 7 × 2 + 3	
1	7 = 3 × 2 + 1	
2 × 1 = 3	3	2
2 × 2 + 1 = 5	1	2
2	3	

故 $k_2 = 5$.

求 k_3 的程序：

1	11	
	12 = 11 × 1 + 1	
1	11 = 1 × 10 + 1	
1	1	1
10 × 1 + 1 = 11	1	10
1	1	

故 $k_3 = 11$.

于是 $N \equiv 1 \times 15 \times 204 + 14 \times 5 \times 228 + 1 \times 11 \times 323 \pmod{3876}$

$\equiv 22573 \pmod{3876} = 3193.$

每箩米数 3193 合，甲、丙盗米各为 3192 合，乙盗米 3179 合，共盗米 9563 合。

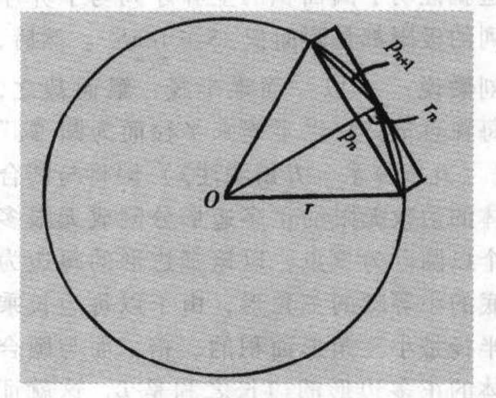


图 35　割圆术

【割圆术】

对《九章算术》的圆面积公式 $S = \frac{1}{2}Lr$，在刘徽之前是以周三径一为基础，将圆内接正 6 边形周长作为圆周长，正 12 边形面积作为圆面积，用出入相补原理证明的。刘徽指出，圆的周长与直径“非周三径一之率”（《九章算术·方田章注》），这个证明是不严格的。刘徽创造了新的方法：他从圆内接正 6 边形开始割圆，得到一个正 $6 \cdot 2^n$ 边形序列。设 S_n 是 $6 \cdot 2^n$ 边形面积，P_n 是每边长，如图 35。显然，n 愈大，$S—S_n$ 愈小，所谓“割之弥细，所失弥少。”（同上）而“割之又割，以至于不可割，则与圆

合体而无所失矣。”（同上）即证明了$L=\lim_{n\to\infty}6\cdot 2^n p_n$。$6\cdot 2^n$边形每边与圆周间有余径$r_n$。以边长乘余径，加到$6\cdot 2^{n-1}$边形面积上，则大于圆面积，即

$$S_n < S < S_{n-1}+2(S_n-S_{n-1}).$$

而当n无限大时，$r_n\to 0$，那么

$$\lim_{n\to\infty}[S_{n-1}+2(S_n-S_{n-1})]=S.$$

所谓“若夫觚之细者，与圆合体，则表无余径。表无余径，则幂不外出矣。”这就证明了圆面积的上界序列与下界序列的极限都是圆面积：$S=\lim_{n\to\infty}S_n$。然后，刘徽说：“以一面乘半径，觚而裁之，每辄自倍。故以半周乘半径而为圆幂。”（《九章算术·方田章注》）即将与圆合体的边数无限的正多边形分割成无限多个以圆以为顶点，以该多边形的每边为底的小等腰的三角形，由于以每边长乘半径是小三角形面积的二倍，而与圆合体的正多边形的边长之和是L，这就证明了$S=\frac{1}{2}Lr$。显然，这里包含了几个相当严谨的极限过程，并且是通过对圆面积的无穷小分割，再求其和进行证明的。这种方法与徽积分产生前的面积元素法极为接近。数学史家史密斯（D. E. Smith，公元1860—？年）把微积分的发展概括为穷竭法、无穷小方法、流数法和极限四个阶段。刘徽已完成了前两个阶段，并已有明显的极限过程。

【圆周率】

刘徽指出，上述圆面积公式中的周径“谓至然之数，非周三径一之率也。”因此，需要求这个至然之数，这个至然之数就是圆周率。假定圆直径为2尺，他仍按照上述割圆程序割圆，并利用圆内接正6边形边长等于圆半径的性质及勾股定理，算出正6边形的边心距，进而求出余径r_0，再次运用勾股定理，算出正12边形的边长p_1，重复刚才的过程，依次计算出圆内接正12、24、48边形的边心距、余径、边长，96边形的边长、面积及192边形的面积：

$S_5=314\frac{64}{625}$寸^2，$S_5-S_4=\frac{105}{625}$寸^2，$S_4+2(S_5-S_4)=314\frac{169}{625}$寸^2，因此，确定314寸^{2}为圆面积近似值。利用已经证明过的圆面积公式，$314=10\cdot\frac{1}{2}L$，$L=62\frac{8}{10}$（寸），与直径20寸相约，得L：d＝157：50，相当于$\pi=\frac{157}{50}=3.14$。许多学者认为刘徽在求得$S=314$寸^{2}之后，利用$S=\pi r^2$求得$\pi=3.14$，这是错误的。在计算圆周率时，刘徽并未证明$S=\pi r^2$。恰恰相反，刘徽用$\pi=\frac{157}{50}$将与$S=\pi r^2$相当的公式$S=\frac{3}{4}d^2$修正为$S=\frac{157}{200}d^2$。那种错误理解会把刘徽置于他从未犯过的循环推理错误之中。

刘徽认为$\pi=\frac{157}{50}$中，周率仍微少，又求出$\pi=\frac{3927}{1250}$。

割次	$r-r_n$ 边心距（忽）	r_n 余径（忽）	p_n 边长（忽）	S_n 面积（寸²）
0	$866025\frac{2}{5}$	$133974\frac{3}{5}$	1000000	
1	$965925\frac{4}{5}$	$34074\frac{1}{5}$	$\sqrt{267949193445}$	
2	$991444\frac{4}{5}$	$8555\frac{1}{5}$	$\sqrt{68148349466}$	
3	$997858\frac{9}{10}$	$2141\frac{1}{10}$	130806	
4			65438	$313\frac{584}{625}$
5				$314\frac{64}{625}$

南朝祖冲之进一步将 π 值精确到8位有效数字，相当于求出 $3.1415926<\pi<3.1415927$。据推测，祖冲之是用刘徽割圆术求得上述值的，那么祖冲之要计算6144、12288边形的面积 $S_{10}=314159251$ 厘²、$S_{11}=314159261$ 厘²、$S_{10}+2(s_{11}-s_{10})=314159271$ 厘²。祖冲之进一步确定 $\pi=\frac{355}{113}$ 为密率 $\pi=\frac{22}{7}$ 为约率。约率是被古希腊阿基米德所认识，在中国，南北朝刘宋的何承天也知道这个值。而密率则是个空前的创造，这是分母小于16604的一切分数中最接近 π 的真值的分数。祖冲之的圆周率值在世界上领先千年左右。1427年阿尔·卡西的圆周率精确值超过了8位有效数字。16世纪末德国奥托、荷兰安托尼兹先后提出了 $\pi=\frac{355}{113}$。

【弧田密率与会圆术】

圆周率的计算及用十进分数（微数）逼近无理根实际上是极限思想在近似计算中的应用。刘徽还把这一思想用于弧田面积的计算。他首先证明了《九章算术》的弧田面积计算公式不准确，进而提出了求弧田密率的方法：他用勾股锯圆材的方法求出弧田所在的圆的直径，再利用类似于割圆的程序，将弧分成2、4、8…分，“割之又割，使至极细”，这就用一串小三角形面积之和逼近弧田面积。他又用勾股定理求出与上述小三角形相应的一串小弧田的弦、矢，即这串小三角形的底与高，“但举弦矢相乘之数，则必近密率矣。”用这种方法，可以把弧田面积精确到所需要的程度（如图36）。

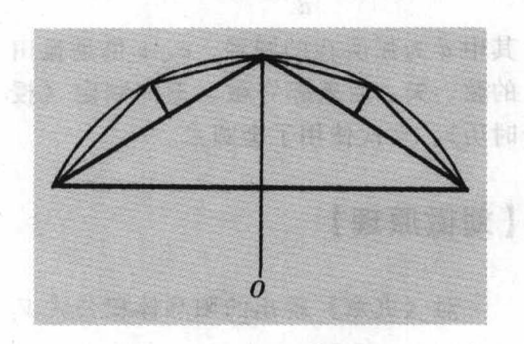


图36 弧田密率

《九章算术》和后来的数学家只考虑弧田面积，未讨论过弧长的问题。北宋科学家沈括在《梦溪笔谈》中创造了会圆术，提出了求弧长的近似公式（见

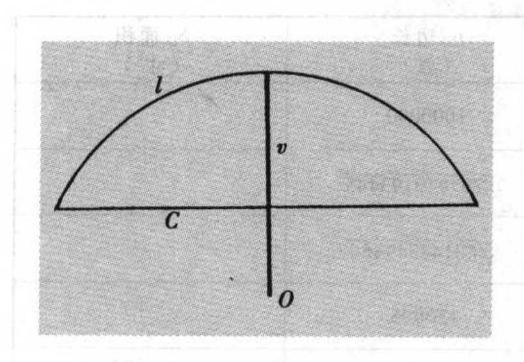


图 37　会圆术

图 37)：

$$l = c + \frac{2v^2}{d},$$

其中 d 为弧所在的圆径，c、v 仍是弧田的弦、矢。后来郭守敬、王恂制定《授时历》，多次使用了会圆术。

【刘徽原理】

对《九章》提出的阳马体积公式 $V_y = \frac{1}{3}abh$ 与鳖臑体积公式 $V_b = \frac{1}{6}abh$，刘徽之前是取 $a=b=h$ 的情形用棊验法证明的。然而在 $a \neq b \neq h$ 的情形下，一个长方体分割成的三个阳马并不全等，六个鳖臑也不全等或对称，三个阳马的体积是否相等，六个鳖臑的体积是否相等，并不是显然的，棊验法无能为力。所以刘徽说："鳖臑殊形，阳马异体。然阳马异体，则不可纯合，不纯合，则难为之矣。"（《九章·商功章·注》）他另辟蹊径，用无穷小分割成功地完成了这两个公式的证明。为此，他首先提出了一个原理：

> 邪解堑堵，其一为阳马，一为鳖臑。阳马居二，鳖臑居一，不易之率也。

即在一个堑堵中，恒有

$$V_y : V_b = 2 : 1.$$

吴文俊把它称为刘徽原理。显然，只要证明了这个原理，由堑堵体积公式，上述两公式是不言而喻的。问题归结为证明刘徽原理。

刘徽用三个互相垂直的平面平分堑堵的长、宽、高，则其中的阳马分成一个小立方Ⅰ，两个小堑堵Ⅱ、Ⅲ和两个小阳马Ⅳ、Ⅴ，鳖臑分成两个小堑堵

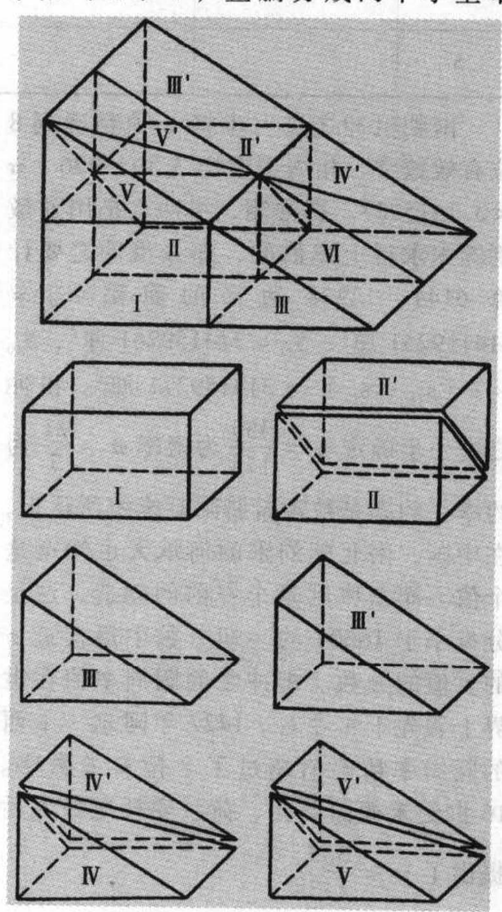


图 38　刘徽原理之证明

Ⅱ′、Ⅲ′和两个小鳖臑Ⅳ′、Ⅴ′。它们可以拼合成四个全等的Ⅱ—Ⅱ′、Ⅲ—Ⅲ′、Ⅳ—Ⅳ′、Ⅴ—Ⅴ′和小立方Ⅰ。（见图 38）显然，在前三个小立方中，亦即在堑堵的 $\frac{3}{4}$ 中，属于阳马与属于鳖臑的体

积之比为2：1。第四个小立方中两者体积之比尚未知，但它的两小堑堵的构成与原堑堵完全相似，且其长、宽、高为原堑堵的一半。对这两个小堑堵重复上述分割、拼合，即“置余广、袤、高之数各半之，则四分之三又可知也。”如此继续下去，“半之弥少，其余弥细，至细曰微，微则无形。由是言之，安取余哉?”从而在整个堑堵中证明了刘徽原理。其中的极限过程是非常明显的。

刘徽原理及阳马、鳖臑体积公式的证明是刘徽体积理论的核心。对其他多面体，刘徽都是将它们分解成有限个长方体、堑堵、阳马、鳖臑，求其体积之和解决之，从而把他的体积理论建立在无穷小分割基础上。19世纪数学大师高斯曾提出四面体体积的解决不借助无穷小分割是不是不可能的猜想。这一猜想后来成为希尔伯特《数学问题》第三个问题的基础，并由希尔伯特的学生德恩作了肯定性解决。实际上，刘徽早在他们之前1600年就开始考虑这个问题。

【祖暅之原理】

祖暅之原理，西方称作卡瓦列利原理，是说等高的两组立体，若它们等高处的截面积相等，则其体积必相等。祖暅之用很简洁的语言概括道：“夫迭棊成立积，缘幂势既同，则积不容异。”（《九章算术·少广章注》）中国古代认识这个原理，经历了漫长的过程。在《九章算术》中，圆柱与方柱、圆锥与方锥、圆亭与方亭都是成对地出现，说明是通过比较两者的底面积从后者推导前者的体积的，这是祖暅之原理的雏形。刘徽则认识到，不仅要比较两立体的底面积，而且必须比较任意等高处的截面积。刘徽除了通过这一原理证明了圆锥、圆亭的体积公式外，有两点值得注意。一是他在证明羡除体积公式时提出“推此上连无成下方，故方锥与阳马同实。”（《九章算术·商功章注》）成，训层，就是说，同底等高的方锥与阳马每一层都是相等的方形，故其体积相等。刘徽进而提出，若一立体每一层都被一平面平分，则其体积被平分。刘徽由此解决了若干不同形状的鳖臑的体积公式，接近于提出：任意形状的四面体，其体积为底乘高的$\frac{1}{6}$。由于鳖臑在多面体理论中的关键地位，这一认识是非常重要的。二是他指出了《九章》开立圆术所蕴涵的球体积公式的错误，而错误的原因在于把球与外切圆柱的体积之比当成π：4。他设计了一种新的立体：用两相等的圆柱体正交，其公共部分称为牟合方盖。刘徽指出，球与外切牟合方盖的体积之比为π：4。显然，只要求出牟合方盖的体积，则球体积便迎刃而解。刘徽未能求出牟合方盖的体积，表示“以俟能言者”。

刘徽所期待的数学家便是200年后的祖暅之。这一工作很可能是祖暅之与其父的共同创作。祖冲之在《驳议》中说过：“立员旧误，张衡述而弗改。”可见他研究过球体积问题。祖氏父子在刘徽工作的基础上，继续考虑在一个正方体中用外切于球的两相等圆柱体正交分割出牟合方盖后的剩余部分。李淳风等《九章算术注释》记载祖暅之的方法：考虑正方体与牟合方盖的$\frac{1}{8}$，即小立方棊$ABCDEFGO$，如图39（1）。按刘徽的

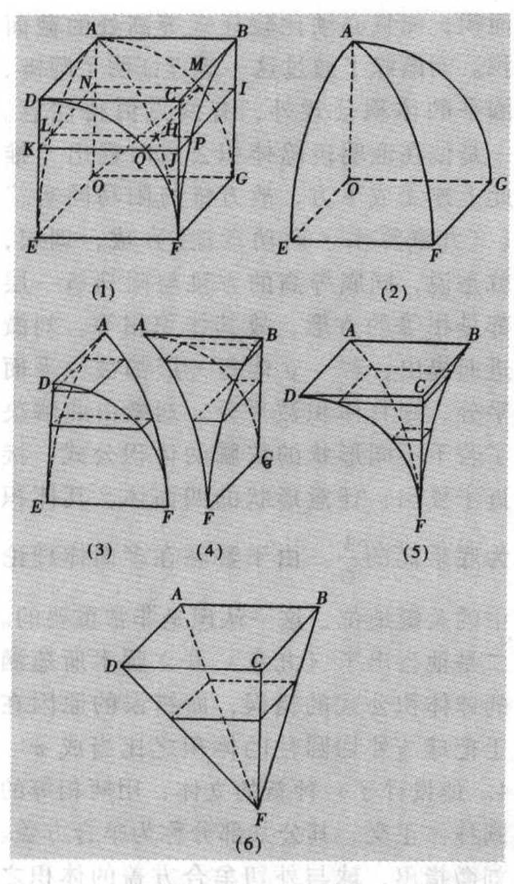


图 39　牟合方盖之求积

分割方法，牟合方盖的$\frac{1}{8}$为 $AEFGO$，称为内棊，如图 39（2）。立方棊剩余部分被同时分割成三部分：$ADEF$、$ABGF$、$ABCDF$，称为外三棊，如图 39（3）、（4）、（5）。考虑高 AO 上任一点 N 处的横截面 $NIJK$，则其面积为球半径之平方 r^2，它由四部分组成：内棊横截面 $NMHL$，外三棊横截面 $LHQK$、$MIPH$、$HPJQ$。设内棊横截面积为 b^2，$ON=a$ 那么外三棊横截面积之和应为 r^2-b^2，而由勾股形 ONM，$r^2-b^2=a^2$，而 a^2 恰恰等于一个长、宽、高均为 r 的阳马距顶点为 a 处的横截面积，如图 39（6）。由祖暅这原理，外三棊体积之和与上述阳马体积相等，即$\frac{1}{3}r^3$，那么内棊体积为$\frac{2}{3}r^3$，牟合方盖的体积为$\frac{2}{3}D^3$。于是球体积 $V=\frac{\pi}{4}\cdot\frac{2}{3}D^3=\frac{\pi}{6}D^3$，最后圆满地解决了球体积问题。若取 $\pi=3$，则球体积为$\frac{1}{2}D^3$。祖暅之开立圆术取后者。

【尖锥术】

刘徽和祖氏父子之后一千余年，极限和无穷小分割思想在中国不但没有明显的进步，甚至没有再达到刘、祖的水平。元赵友钦从圆内接正 4 边形割圆，只是验证了祖冲之的密率比较精确，理论贡献不大。实际上，刘徽的思想未引起后人的足够重视。十八世纪初，法国传教士杜德美（公元 1668—1720 年）传入了牛顿、格雷果里创造的三个三解函数的幂级数展开式，但未传入其推导方法。蒙古族数学家明安图（公元？—1766？年）以及董祐诚、项名达、戴煦，徐有壬（公元 1800—1860）年、李善兰、夏鸾翔（公元 1823—1864 年）等以极大的精力研究这类问题及对数函数、指数函数的幂级数展开式，取得了非常大的成就。他们才智超人，精神可嘉，充分显示了中华民族的优秀分子不甘居他人后的气魄。然而，在西方已进入解析数学时代，不去设法学习他人的先进数学方法，而用初等方法穷几年甚至几十年的心血于几个公式，实在是不可效法的。

清代数学家中，在无穷小分割和极限思想上超过刘徽和祖氏父子的当首推

李善兰的尖锥求积术。他在《方圆阐幽》中提出，“当知诸乘方皆可变为面，并皆可变为线”，即若 x 为任意正数，n 为任意正整数，x^n 的数值可以表示成一

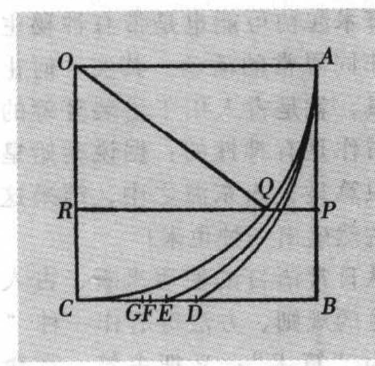


图 40　尖锥术

个平面积，也可以表示成一条直线段。他进而指出，“当知诸乘方皆有尖锥”，“当知诸尖锥有积迭之理”，即当 x 在区间〔0，h〕内时，表示 x^n 的平面积迭成一个尖锥体。他提出了诸尖锥的算法：由平面积 ax^n 积迭起来的尖锥体，高为 h，底面积为 ah^n，其体积为 $\frac{ah^n \times h}{n+1}$。这个命题相当于定积分

$$\int_0^h ax^n dx = \frac{ah^{n+1}}{n+1}.$$

他还提出了相当于

$$\int_0^h a_1 x dx + \int_0^h a_2 x^2 dx + \cdots + \int_0^h a_n x^n dx$$

$$= \int_0^h (a_1 x + a_2 x^2 + \cdots + a_n x^n) dx$$

的命题。李善兰将他的尖锥求积术应用于圆面积的计算。为此，他考虑单位圆的 $\frac{1}{4}$。如图 40，$OABC$ 为边长为 1 的正方形，其内容圆的 $\frac{1}{4}$ 为 $OAQC$。为求 $OAQC$ 的面积，他先计算方内圆外部分 $ABCQ$ 的面积。这是一个尖锥。此尖锥是 ABD、ADE、AEF、AFG、…等无数个尖锥之和。诸尖锥之底为：$BD = \frac{1}{2}BC = \frac{1}{2}, DE = \frac{1}{4}DC = \frac{1}{2 \cdot 4}, EF = \frac{1}{6}EC = \frac{3}{2 \cdot 4 \cdot 6}, FG = \frac{1}{8}FC = \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8}, \cdots$ 依尖锥求积术，尖锥 $ABCQ$ 的面积应为：

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} + \frac{1}{2 \cdot 4} \cdot \frac{1}{5} + \frac{3}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{1}{7} + \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{1}{9} + \cdots.$$

因此，单位圆的面积为

$$\pi = 4 - 4\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} + \frac{1}{2 \cdot 4} \cdot \frac{1}{5} + \frac{3}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{1}{7} + \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{1}{9} + \cdots\right).$$

在《对数探源》中，李善兰还用尖锥术解决了对数函数的幂级数展开式。他求出了一尖锥合积

$$L(y) = by + \frac{by^2}{2h} + \frac{by^3}{3h^2} + \frac{by^4}{4h^3} + \cdots.$$

并证明了当 y_1，y_2，y_3，……成等比级数时，与其相对应的 $L(y_1)$，$L(y_2)$，$L(y_3)$，…成等差级数，故 $L(y)$ 具有对数的性质。

若 $by = 1, y = \frac{n-1}{n}h$，则

$$L\left(\frac{n-1}{n}h\right) = \frac{n-1}{n} + \frac{1}{2}\left(\frac{n-1}{n}\right)^2 + \frac{1}{3}\left(\frac{n-1}{n}\right)^3 + \cdots$$

这是 n 的自然对数 $1_n{}^n$，它相当于定积分

$$\int_0^{\frac{n-1}{n}h} \frac{1}{h-y} dy = 1_n{}^h - 1_n\left(h - \frac{n-1}{n}h\right)$$

$= 1_n^n$

李善兰的这些工作大体与欧洲牛顿、莱布尼茨完成微积分学之前数学家们的工作相类，是在他接触西方微积分学前完成的。尽管完成这一工作的预备知识中有明末清初以来传入的西方初等数学，但总的说来，是在中国传统数学基础上，未受西方微积分学思想影响的情况下独立完成的创造性工作。显然，那种认为中国古典数学无法发展为现代数学的看法是站不住脚的。

夏鸾翔在幂级数展开方面也有杰出的工作，并创立了计算一部分椭圆曲线绕长轴（或短轴）旋转所形成的曲面面积的积分的级数展开式，不过这是在《代微积拾级》的基础上完成的。

【数学与数术】

“数术”与“数学”，只是一字之差，总该有些联系吧？的确，在中国古代，数术与数学的关系是密不可分的。有的学者甚至认为，它们相当于同一个知识体系的两个等级，一般性的运算属于“初等数学”，而推算人事吉凶的数术才是“高等数学”。这种类比很形象，也比较符合历史实情。下面就让我们来具体了解一下，这两种“数学”的关系究竟如何？

占、算渊源

数学在中国古代主要是指算术，它所使用的最早的运算工具叫做“筹策”，通常简称“筹”或“策”，其实是一些小木棍或草棍，也可以是竹节；把它们摆放在地上或案上，就可以按照一定的规则进行运算了。不过需要指出的是，筹策在古代不仅可以指算术上的运算工具，也可以指占筮用的蓍草。也就是说，古代算术与占筮最初大概是使用同一套运算工具的；而占筮用的蓍草，在古人看来，是有神性的，因此或许也可以推断，算术起初可能也是带有神秘主义色彩的非同寻常的活动。其实，何止是运算工具，就是古人用于盛装算筹的算袋也被看作是有神性的：据说秦始皇曾经将一只算袋丢入东海之中，结果这只算袋中竟然生出一种鱼来！

从日常语言的使用来看，古人把数学运算的规则、方法等看作一种“术”，称之为“算术”；又把占筮、算命等数术活动的过程看作一种运算，称之为“占算”，也令人想见算术与占筮的原初关联：或许，算术就是从占筮活动中演化而来的也未可知。

《汉书·律历志》中给出了一副算筹的样式：

> 其算法用竹，径一分，长六寸，二百七十一枚而成六觚，为一握。

意思是说，算筹是用竹子制成的，直径为一分，长为六寸，二百七十一枚算筹组成一个六棱柱形，称为一握。

表面上看来，这副算筹的构成似乎没有什么奇异之处，然而在汉代的文化氛围中，它们的每一项规定却都是有数术观念的解释的。请看《汉书》中的注释：

> 径象乾律黄钟之一，而长象坤吕林钟之长；其数以《易》大衍之数五十，其用四十九，成阳六爻，用周流六虚之象也。

也就是说，一根算筹的直径取一分，象征十二律中的六律之首黄钟的九分之一；长六寸，象征六吕之首林钟的管长；而一握之数二百七十一，则来源于《周易》筮法中大衍之数的用数四十九、乾之策数二百一十六及爻数六之和，即

49 + 216 + 6 = 271。

汉代徐岳的《数术记遗》以及《隋书·律历志》中也有类似的记载，无非是把算筹的尺寸大小与数术系统中的神秘数字相比附，借以把算筹以至算术神化，与《汉书·律历志》的做法如出一辙。

中国古代另一种独特的算具是算盘，它的最早记载也见于徐岳的《数术记遗》。徐岳在书中“珠算”条下写道：“控带四时，经纬三才。”也就是说，珠算法保持并贯穿四时，还固定着天、地、人三才，就像织物的经纬线一样。后来，《数术记遗》的注释者甄鸾在这段话的下面给出了算盘的作法，即把一块板用三个横向的隔板分开，上面和下面的隔板用来悬挂可移动的算珠，中间的隔板用于定位；每位有五颗珠，定位板上面一珠的颜色与下面四珠的颜色不同；上面那颗珠相当于五个单位，下面四颗珠中的每一颗珠相当于一个单位。因为四颗珠上下移动，所以说它保持并贯穿四时；又由于有三个隔板使各珠在其间移动，所以说它固定三才，就像织物的经纬线一样。从甄鸾的注释来看，这种算盘的结构尽管与后世的算盘大同小异，但由于与四时、三才等观念相比附，具有明显的神秘化倾向。

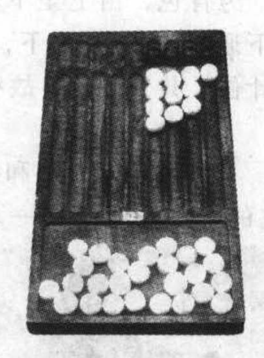
与算筹、算盘相类似，中国古代的量尺、量器等用具的结构也有各种神秘主义的解说，限于篇幅，我们这里就不一一介绍了。

九九之术

中国古代神秘数字的观念是源远流长的，数学运算在古代也不可能完全摆脱神秘数学观念的影响。事实上，中国古代数学的算法和算制之中也的确包涵着许多神秘化的因素，从这些因素中我们也不难发现数学与数术的密切关联。

魏晋时代的大数学家刘徽在《九章算术》注序中曾写道：

> 昔在包牺氏，始画八卦，以通神明之德，以类万物之情；作九九之术，以合六爻之变。



古代算具：算盘

意思是说，从前的圣人包牺氏（笔者按，即伏羲氏）创造了八卦，用以通晓万事万物神妙莫测的性质，类比概括万事万物丰富多彩的情状；他还创作了九九之术，与六爻的变化相吻合。这里的“九九之术”可以有两种解释：一是古人对于数学活动的泛称；再者是相当于我们今天所说的乘法口诀。无论如何，刘徽确实是把数学方法归功于古圣先王的创造，并与《周易》中的六爻、八卦等内容联系起来了。

自从汉代以后，许多算家都热衷于

将算法与《周易》以及数术系统中的各种观念相联系。比如徐岳的《数术记遗》，此书是中国古代著名的“算经十书”（另外九部为：《周髀算经》、《九章算术》、《海岛算经》、《孙子算经》、《张丘建算经》、《五曹算经》、《五经算术》、《辑古算经》、《夏侯阳算经》）之一，书中列举了十四种运算方法，包括积算、太一、两仪、三才、五行、八卦、九宫、运算、了知、成数、把头、龟算、珠算、计算，等等。仅从条目上看，就可以看出它们带有明显的数术化的特征。我们不妨来看一看其中几种算法的内涵：

两仪：“两仪算，天气下通，地禀四时。”它的基本方法是用两种算珠，一种在上，为青色，由上至下计位，故称“天气下通”；另一种在下，为黄色，由下至上计位，共分四刻，故称“地禀四时”。

三才：“三才算，天地和同，随物变通。”它的基本方法是在一块木板上



刘徽

刻三条横线，上面的象征天，中间的象征地，下面的象征人；有三种算珠，青珠象征天，黄珠象征地，白珠象征人。三珠在三道上运行，如果天珠在天道上，记为九；在地道上，记为六；在人道上，记为三。如果地珠在天道上，记为八；在地道上，记为五；在人道上，记为二。如果人珠在天道上，记为七；在地道上，记为四；在人道上，记为一。这正是象征天、地、人三才随物变通的意义。

五行：“五行算，以生兼生，生变无穷。”它的基本方法是将五色与五行对应，建立五色算法，即：水对应玄色，生数为一；火对应赤色，生数为二；木对应青色，生数为三；金对应白色，生数为四；土对应黄色，生数为五。将这些生数相互结合，可以表示任何一个数学。例如，对于数字五千六百九十一，则黄算为五千，玄算配黄算为六百，白算配黄算为九十，玄算为一，如此等等。

八卦：“八卦算，针刺八方，位阙从天。”它的基本方法是把一根指针固定在一面刻有四方四隅的罗盘上，与八卦的方位相契合；再用针缝的指示确定算位，即：正南方向的离卦为一，西南的坤卦为二，正西的兑卦为三，西北的乾卦为四，正北的坎卦为五，东北的艮卦为六，正东的震卦为七，东南的巽卦



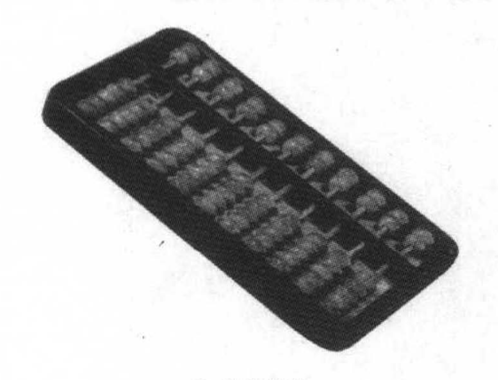
九章算經卷第一
劉徽注
方田
今有田廣十五步從十六步問為田幾何
答曰一畝
又有田廣十二步從十四步問為田幾何
答曰一百六十八步

《九章算术》

为八，等等。这里实际上是将后天八卦方位与八数相对应。

九宫："九宫算，五行参数，犹如循环。"九宫本来是数学中的一个纵横图。这种算法也是以五行说为基础的，即按照五行、五方、五色、与五数的对应进行定位：玄珠为十位，赤珠为百位，青珠为千位，白珠为万位，黄珠为十万位；以赤线系黄球为百万位，以青线系黄珠为千万位，以白线系黄珠为万万位，等等。

至于中国古代的算制，也是五花八门，令人眼花缭乱，其中比较典型的有二进制、三进制、五进制、六进制、十进制、十二进制、六十进制等等。它们的文化背景也非常复杂，且大多与数术观念有关。比如，二进制主要来源于《周易》中的阴阳思想；三进制与西汉杨雄的《太玄》有关；五进制与五行学说密不可分；六进制与《周易》的六爻成卦之说有关；十进制一般认为是古人用十指计数的产物，而董仲舒则认为它来源于天、地、人、日、月、木、火、土、金、水十种"天数"；十二进制与岁星的运行周期有关，具有占星学意义；六十进制产生于十天干与十二地支的配列，也就是六十甲子，等等。这里显然也有神化算术的意味。

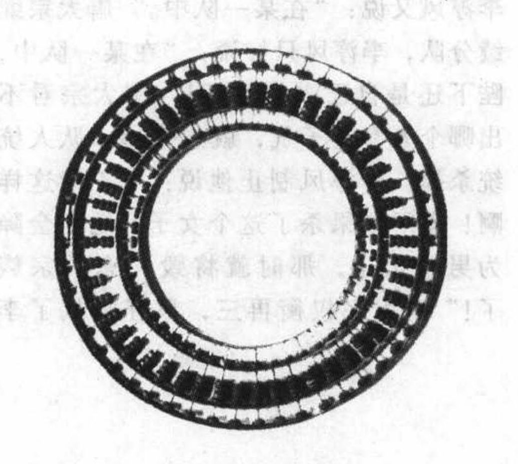


后世的算盘

占算数学

以上我们从算具、算法和算制几个方面，向读者朋友们介绍了中国古代数学和数术的错综复杂的关系。有的朋友也许会觉得我们的介绍还不够深入，也就是说，还偏重于形式，没有深入到内容中去；那么，我们这里不妨告诉朋友们，即使是在正规的古代数学著作中，也可以见到数术的内容。例如著名的《孙子算经》，其中最后一题即写道：

> 今有孕妇，行年二十九，难有九月未知所生。答曰："生男。"
>
> 术曰：置四十九，加难月，减行半，所余以天除一，地除二，人除三，四时除四，五行除五，六律除六，七星除七，八风除八，九州除九，其不尽者，奇则为男，偶则为女。



秦代观象八卦算盘

这道题是推算孕妇生男或生女的方法。我们姑且不管它的具体方法如何，在今天看来简直是荒诞不经的事情，竟然出现在《算经十书》（《孙子算经》为古代《算经十书》之一）之中，这种现象本身就足以让我们不得不正视古今数

学观念的差异了，而这种差异显然是与数术有关的。

其实，这类现象的出现也没有什么可奇怪的，因为《算经十书》的组织者李淳风就是一位兼算术与算命于一身的奇人。李淳风精通算术，因此主持编选并且注释了古代的《算经十书》；而史书中又明确赞扬他“每占候吉凶，合若符契”，如此看来，他又是一位高明的占卜大师了。

我们知道，唐代前期曾经有过武则天篡位之事，而据说在武则天刚刚被召入宫后，李淳风就上奏给当时在位的唐太宗说：“后宫之中出现了天子的气色。”唐太宗听了当然深感不安，于是就把后宫中的人全部集合起来，每百人为一队，然后问李淳风哪一队中有天子气。李淳风说：“在某一队中。”唐太宗又把这一队一分为二，再让李淳风望气。李淳风又说：“在某一队中。”唐太宗继续分队，李淳风只好说：“在某一队中，陛下还是自己去辨认吧！”唐太宗看不出哪个人有天子气，就想把这一队人统统杀掉。李淳风制止他说：“不能这样啊！陛下如果杀了这个女子，她还会降为男子出生，那时就将毁灭您的宗族了！”唐太宗权衡再三，只好听从了李淳风的劝说，不再深追此事了。

另一则故事就更具有神奇色彩了。有一次李淳风上奏唐太宗说：“北斗七星将变化成人形，明天会到西面的市场上饮酒，到时候您可以把他们请来做客。”唐太宗听信了李淳风的话，第二天就派使者在那里等候。不一会儿，从远方走来了七位僧人，他们从金光门进入西市的酒家，让人取来一石酒，在那里聚饮；饮完之后，又要了一石。这时，唐太宗的使者走上前去，对他们说：“陛下请各位入宫。”这些僧人相顾而笑说：“一定是李淳风这个小儿走漏了风声。”然后回头对使者说：“我们饮完这些酒，便与你进宫。”他们喝完酒之后，使者先走了出来，可是等他再回头一看，僧人却都不见了，只见到他们的座下放着二千银两。

类似李淳风这样的例子在古代还有很多。结合前面的介绍，我们不难看出，数学在古代并不像今天在我们这里那么抽象、枯燥，而是与许多丰富多彩的文化观念和行为结合在一起的。其中尤其是数术观念和行为，与古代数学的关系可以说是水乳交融、难解难分。倘若我们不了解这种文化背景，那么对于古代数学的认识显然会是残缺不全的。

六、历代科技

【算筹的使用】

算筹，是中国古代的一种计算工具。它是一种特殊的小棍，横截面呈圆形、方形或三角形，用木、骨、竹等材料制成。

早在春秋战国时期，算筹在中国已经普遍使用。春秋时的《孙子算经》，最早记录了算筹记数的规则。要表示数目，算筹有纵、横两种方式，从而十分明确地体现了十进位制记数法，充分显示了中国古代数学的辉煌成就。从《九章算术》的记载中可以看出，中国早在公元前6世纪就有了九九乘法表和分数。

到了秦汉时期，算筹有了进一步发展，对它的长短、粗细都有明确的规定。

【哈雷彗星的首次记载】

中国古代的天文学非常发达，对彗星的出没有着长期、精确的记录。早在春秋时期的鲁文公十四年（公元前613年），中国就留下了世界上关于哈雷彗星的最早记录。根据《春秋》一书的记载，这一年秋七月，哈雷彗星进入了北斗。西方则迟至公元1世纪才留下了有关哈雷彗星的记录。此后，从秦王嬴政七年（公元前240年）到清朝宣统二年（公元1910年），哈雷彗星29次回归，


十有四年春王正月公至自晉……邾人伐我
南鄙叔彭生帥師伐邾夏五月乙亥齊侯潘卒
六月公會宋公陳侯衛侯
鄭伯許男曹伯晉趙盾癸酉同盟于新城
秋七月有星孛入于北斗
公至自會　晉人納捷菑于邾弗
克納
九月甲申公孫敖卒于齊
齊公子商人弒其君舍
宋子哀來奔　冬單伯

《春秋》中关于哈雷彗星的记载

中国都有完整的记录（也有一说，共记录了31次）。这些记录为我们今天研究哈雷彗星提供了宝贵的资料。

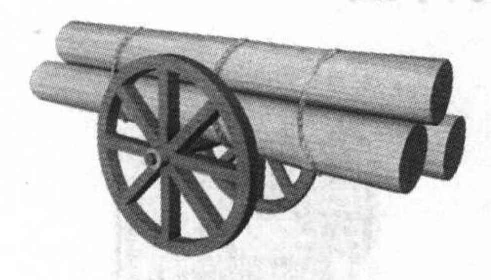
【发明家鲁班】

鲁班，本名公输般或公输班，生活在春秋战国之际。因为他是鲁国人，所以人们又称他为鲁班。《战国策》、《墨子》和《礼记》对他的事迹都有记载。



鲁班像

在传说中，他发明了钻、刨等木工工具。据说，他曾用木和竹片制成了一种飞鹊，可以连续在天上飞行3天，并为母亲制造了一辆木马车。



鲁班发明的攻城工具模型

根据《墨子》一书的记载，楚惠王攻宋时，鲁班为其发明了云梯——一种



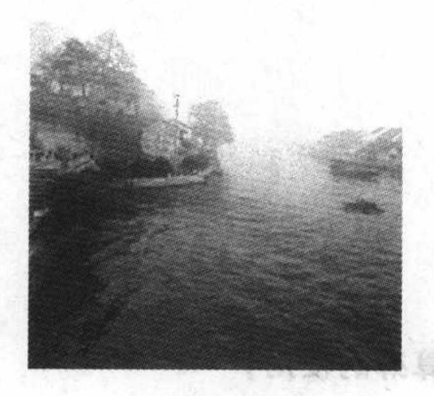
鲁班发明的攻城工具——云梯模型

克敌制胜的工具。云梯的发明，大大推进了中国古代的战争技术。

因此，鲁班被历代工匠奉为祖师爷。

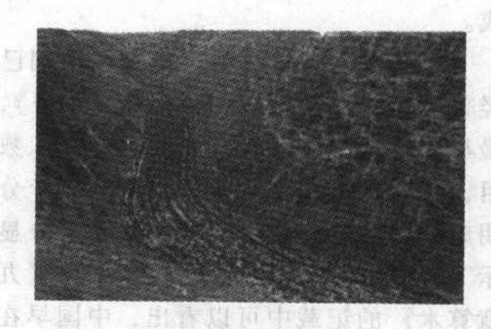
【《甘石星经》】

《甘石星经》由甘德和石申共同完成。他们二人在书中精密地记录了黄道附近120颗恒星的位置及其与北极的距离，这是世界上最古老的恒星表，比欧洲第一个恒星表——希腊伊巴谷的恒星表早约200年。书中二十八宿用“距离”（即赤经差）和“去极度”（赤纬的余弧）刻划，其余星用“入宿度”和



吴中古运河

“去极度”刻划，这也就是赤道座标系。这一类星表把分为365又1/4，与四分历相合。

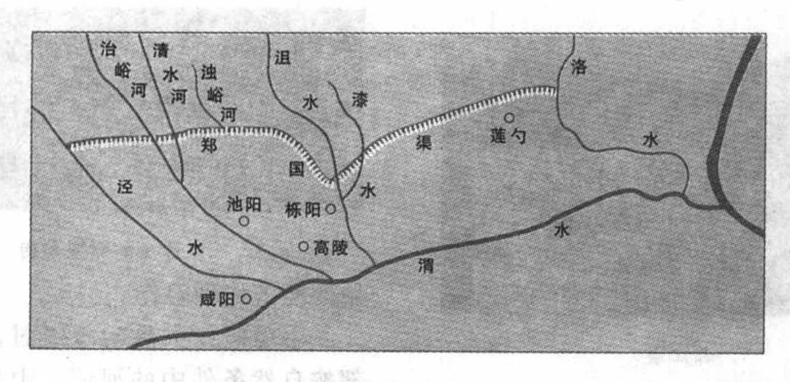


郑国渠遗址

《甘石星经》对行星速度也有精密的测量计算，其后星系体系更为全面，影响深远。

【吴王夫差开凿邗江】

吴王夫差为了攻伐齐、晋，称霸中原，于公元前486年，下令在邗（今江苏扬州市东）筑新城，又开凿邗江（又名邗沟、邗溟沟、渠水、中渎水），南引长江水，北过高邮西，然后折向东北入鄱阳湖，又从西北流经淮安往北与淮河相通。邗江的开通，使长江漕运直达淮河。邗江为我国最古老的运河，后隋代大运河仍利用其河道。



郑国渠地理位置

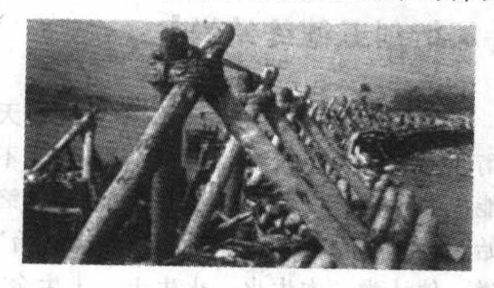
【郑国渠的建成】

郑国渠是秦代建造的一项水利灌溉工程。它是秦王政元年（公元前 246 年）开始建造的。建造郑国渠的原因是秦国受韩国的游说，其目的是为了使秦国的国力被消耗掉。当时秦国接受了韩国的建议，让郑国负责这项工程的建设。

全长 300 多里的郑国渠，起自瓠口，引泾水到大荔东南，然后注入洛水，充分利用了地形环境，灌溉的效果。它的建成，可使 4 万余顷田地得益，并且大大地改善了盐碱地的土质。因此，关中土地更加肥沃。

【都江堰水利枢纽】

位于四川境内横跨长江两岸的都江堰，是中国古代伟大的水利建筑工程之一。它建于秦昭王五十六年，工程主事者是当时的蜀郡郡守李冰。

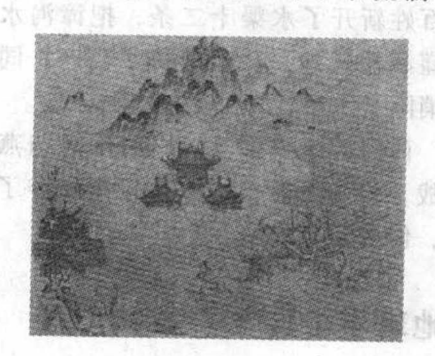


用于挡水截流的木竹石构件的都江堰杩槎



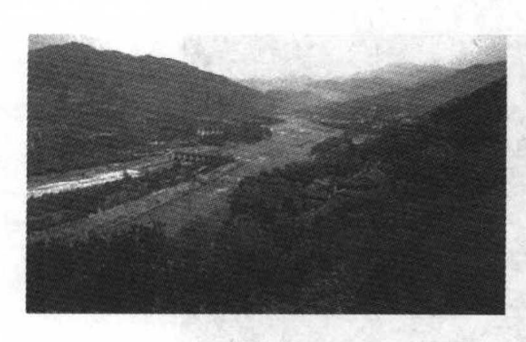
李冰石人水尺

李冰经过认真而细致的实地勘查，把都江堰选址于灌县。由于水流湍急，



河伯图

他采取了以竹篾编笼装石沉底的方式，从而保证了堰基的牢固与坚实。以分水


都江堰

为主要功能的鱼嘴和以溢流排沙为主要功能的飞沙堰，以及以引水为主要功能的宝瓶口，构成了都江堰完整而高效的工程体系。时隔两千多年，都江堰依然造福人民。

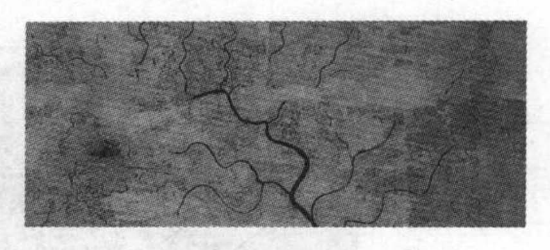
【西门豹治邺】

西门豹是战国时期魏的一位县令，当时就任于邺县。邺县地处赵国与魏国的交通要道上，地理位置和战略地位都很重要。当时邺县有一条漳河，经常水患肆虐，危害百姓。西门豹上任伊始，就立即革除了当地的“河伯娶妇”的恶习，戳穿了廷掾、三老等借“娶妇”为名掠取钱财的企图。继后，西门豹率邺县百姓新开了水渠十二条，把漳河水引来灌溉盐碱地，从而获得了高产，同时也消除了水患，百姓得以安居乐业。

西门豹治理邺县，同时率兵与燕国作战，将燕国占领的土地又重新夺了回来，促进了魏国国力的强盛。

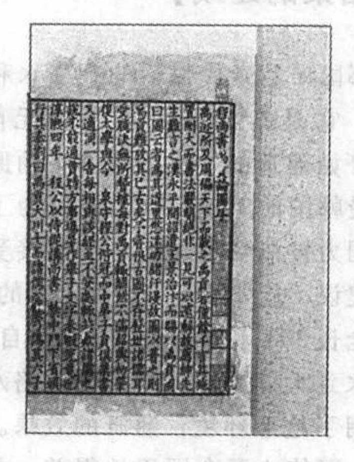
【地理学著作《禹贡》】

《禹贡》托名大禹，作于战国时代，作者不详。它是中国历史上出现较早、影响很大的一部自然地理考察著作和原


长沙国南郊地形图

始的经济地理著作。

书中假托大禹治水经过，把中国东部按自然条件中的河流、山川和大海等分界，划分为九州，同时分别叙述每州的山脉、河流、薮泽、土壤、物产、交


《禹贡》书影

通、田赋、民族等情况。书中还有“导山”和“导水”两部分，对于山系和水系的描述明了、准确，对当时以黄河为中心的水系网络记述得井井有条，是宝贵的历史资料。

【邹衍创五德终始说】

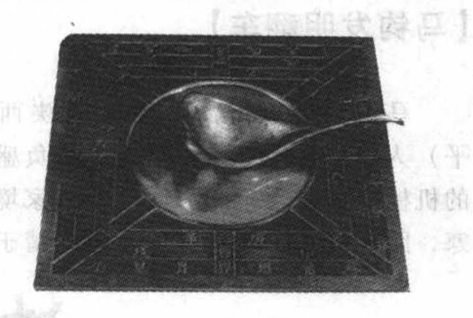
战国时期，阴阳家邹衍（号“谈天衍”）有感于治国者日益荒淫奢侈，不能以德治国，乃深观阴阳消息而作《终始》、《大圣》等篇，提出“五德终始”说。他认为：木生火、火生土、土生金、金生水、水生木是“五行相生”的转化

形式，反过来又存在着水胜火、火胜金、金胜木、木胜土、土胜水的“五行相胜”的对立关系。这种五行相生、相胜的特点，决定着自然界的变化，也决定着人类社会的更替。

五德终始说对医学、哲学、政治产生了深远影响，为中国古代的“正闰”思想奠定了基础。

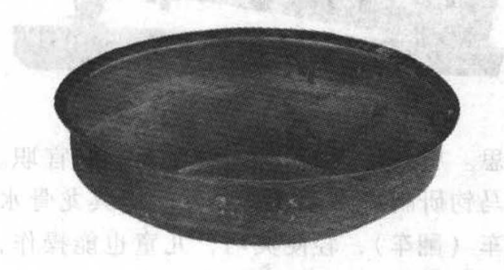
【司南开始使用】

《管子·地数》认为，地上有磁石的地方，地下有铜金矿藏。这是世界上



司南模型

关于磁石的最早记录之一。到战国末年，人们已知磁铁吸铁的磁性作用。《吕氏



“医工”铜盆

春秋·精通》已记磁石对铁有吸引力的现象。利用其指极性，人们发明了确定方位和南北的仪器——司南。司南形如汤匙，用磁石做成，底圆而滑，置于刻有方位之铜盘上，使用时，转动勺把，待其静止时，勺把指向南方。司南是世界上最早的指南仪器，后来发展成为指南针。

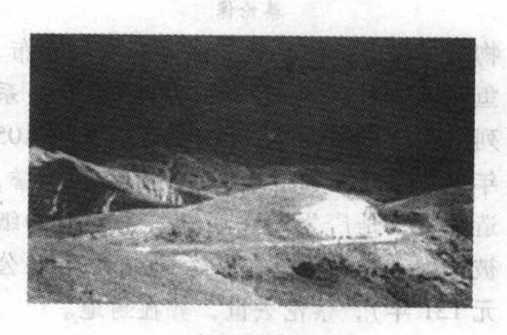
【秦筑驰道】

秦始皇二十七年，秦始皇完成统一中国的大业后，为了控制广阔的国土，特别是六国旧境，并便于政令、军情的传送和商旅车货的往来，下令在全国各



秦始皇出行图之一

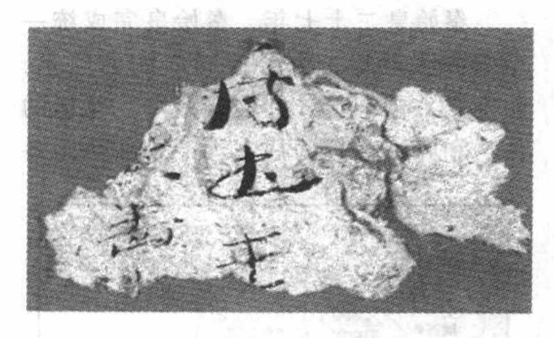
地修筑驰道。筑道工程以秦都咸阳为中心向各地辐射，东至燕齐，南达吴楚，北抵九原，西通陇西，形成较为完整的交通网络。驰道宽50步，路基均用铁锤夯实，较为坚固；道中央宽3丈，为车马专用道路。驰道两旁辅以小径，为百姓行走之途。驰道的修成，极大地方便了整个国家的陆路交通，促进了全国的联系。



秦驰道遗迹

【蔡伦发明造纸术】

蔡伦（62～121年），字敬仲，桂阳（今湖南郴州）人，汉明帝永平十八年



悬泉纸文书

（公元75年）入宫为宦。章帝章和元年（公元87年）任尚方令，掌管宫廷手工作坊。和帝元兴元年（公元105年）发明造纸术。据《后汉书·蔡伦传》记载：蔡伦发明造纸术之前，人们用丝织



蔡伦像

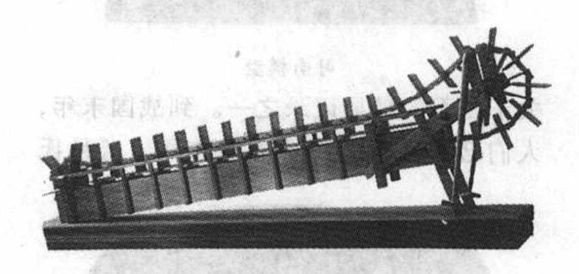
物书写记事。蔡伦把树皮、麻头、破布、鱼网等原料经过挫、捣、抄、烘等一系列工艺程序制成植物纤维纸。公元105年，蔡伦向汉和帝献纸，受到和帝赞誉，造纸术于是广为天下所知，蔡伦造的纸被称为“蔡侯纸”。安帝建光元年（公元121年），蔡伦去世，葬在封地。



旱滩坡带字纸

【马钧发明翻车】

马钧，字德衡，扶风（今陕西兴平）人，是我国古代科技史上最负盛名的机械发明家之一。马钧年幼时家境贫寒，因有口吃而不善言谈，但却精于巧



翻车模型

思。后来他在魏国担任给事中的官职。马钧研制了用于农业灌溉的工具龙骨水车（翻车），轻便灵巧，儿童也能操作，可连续提水灌溉，功效较过去提高百倍。这种水车在我国沿用了一千多年，是水泵发明之前世界上最先进的提水器械。马钧被当时人称为“天下之名巧”。他的一系列发明为当时科技的进步作出了贡献。

【祖冲之和圆周率】

南朝宋孝武帝大明六年（公元 462 年），著名数学家、天文历算学家祖冲



祖冲之像

之在总结前人经验的基础上，经过自己的实际测量和精确运算，编制了一部历法——大明历，其最大创造性表现在将东晋虞喜发现的岁差现象引入了历法计算之中。大明历以 365.2428 日为回归年长，此后的 700 年间，这一年长值一直是最好的。祖冲之还在前人研究成果的基础上，推算出圆周率在 3.1415926 到 3.1415927 之间。他第一次将圆周率值



《隋唐·律历志》
关于圆周率的记载

精确地推算到小数点后第七位，比欧洲早1000 多年。

【贾思勰著成《齐民要术》】

贾思勰，北魏农学家，青州齐郡益都（今山东寿平县）人，生平不详，曾任高阳太守，永熙二年至武定二年间（533～544 年）著成综合农书《齐民要







魏晋南北朝时期的农耕画像砖

术》。该书共 10 卷 92 篇，11 万多字，内容极为丰富，涉及农、林、牧、副、



贾思勰像

渔等农业范畴。卷首有《序》和《杂说》各一篇。《齐民要术》系统总结了秦汉以来我国黄河流域的农业科学技术



齊民要術卷第一
後魏高陽太守賈思勰撰
耕田第一
收種第二
種穀第三
耕田第一
[illegible]

《齐民要术》书影

知识，其取材布局为后世的农学著作提供了可以遵循的范例。欧美学者称它“即使在世界范围内也是卓越的、杰出的、系统完整的农业科学理论与实践的巨著”。

【僧一行首次实测子午线长度】

僧一行（683～727年），本名张遂，魏州昌乐人。唐代著名天文学家、佛学家，在编制《大衍历》和主持天文大地测量方面贡献卓著。唐代开元十二年（公元724年），僧一行进行了世界上子午线（经线）1度弧长的第一次实测工作。经过实测，一行得出地面上南北相差351.27里，北极高度相差1度。我国古制1里等于300步，1步等于5尺，一尺等于24.525厘米，1周天等于365又1/4度，据此可换算出北极高度变化1度，南北之间距离为129.22公里。僧一行这次测量比阿拉伯天文学家阿尔·花剌子密的实测早90年。



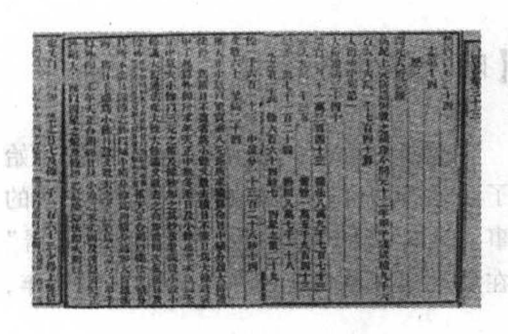
僧一行像

【水运浑天仪】

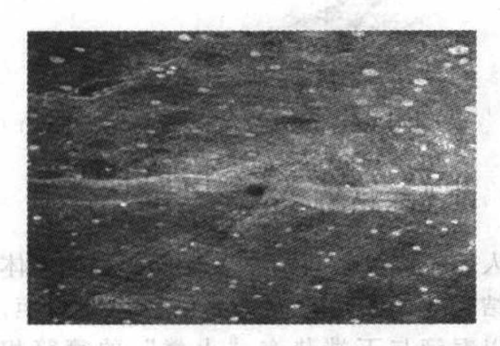
唐开元十三年（公元725年）十月，僧一行和梁令瓒及诸术士合作，制成了水运浑天仪。浑天仪以铜铸造为球形，球形浑象内列满星宿，注水冲轮，使球形浑象旋转，自转一周为1日1夜。球形浑象外又安置2个圆环，环上缀日月。日标每昼夜回转一周，又沿黄道（太阳在天球中的视运动轨道）东行一度，365日沿黄道移动一周；月标每昼夜回转一周，27日半沿白道（月球在天球中的视运动轨道）移动一周，为1月。浑天仪全称为“水运浑天仪俯视图”，是后世天文钟的前身。

【僧一行编成《大衍历》】

唐开元年间，僧一行编撰了一部优秀的历法——《大衍历》。该历法有很好的实测基础，一部分测量资料来自黄道游仪的观测，另一部分来自全国多个观测点的极高、日影和距离的丈量。《大衍历》不但有历术7篇（步中朔术、发敛术、步日躔术、步月离术、步轨漏术、步交会术、步五星术），在历法的



大衍历



天象图

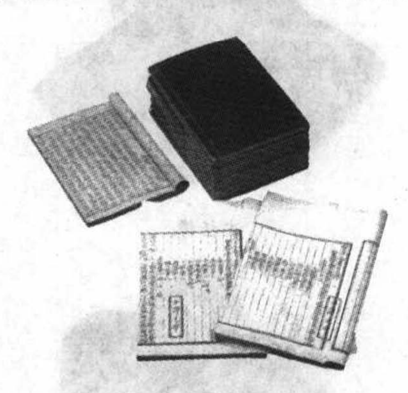
结构和内容上形成系统，而且还力图探讨历法原理，寻找历法本质，从哲学角度解释历法。它反映出唐代天文学家容历算家与星占家为一身的特点，对传统的天文学体系作了进一步发展。

【筒车的出现】

唐朝时候，筒车开始出现并逐步得到使用。据《太平广记》记载，唐初人邓玄挺入寺行香，看到庙里僧人浇菜园用的是“以木筒相连，汲于井中”的水车。这里的筒车结构是将一串木斗挂在立齿轮上，在轮轴两端伸延部分装上供脚踏或手摇的装置。水轮由木制，轮上缚以小竹（木）筒作兜水工具，下端设置在流水之中，利用水流冲击轮子转动，这样就达到了提水的目的，使水为农业生产服务。刘禹锡在《机汲记》中所说的“机汲”是更为进步的一种筒车。

【孙思邈与《千金方》】

《千金要方》和《千金翼方》是唐朝著名医学家孙思邈的著作，孙思邈生



《千金方》书影

于541年，被人称为“药王”。他的功绩主要表现在中医理论与养生学说的结合上，《千金方》对中药的选材和制作等方面都有较为详细而系统的记载。

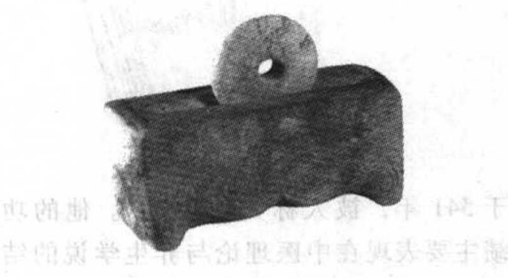
《千金方》全书有82卷，其中目录2卷，《千金要方》、《千金翼方》各30卷，《千金髓方》20卷。在《千金方》中，孙思邈对医德也进行了系统的论述，他认为大医学家应该“先发大慈恻隐之心，誓愿普救众生之苦”，这一观点符合佛教精神，所以后人亦将孙思邈尊为“药王菩萨”。

【沈括著《梦溪笔谈》】

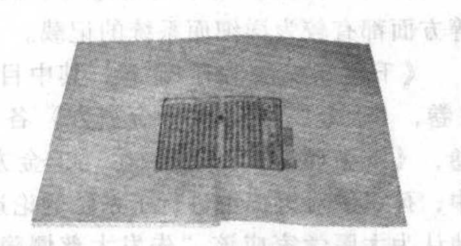
沈括，北宋著名科学家，被誉为中国古代科技史上的坐标。他以博学著称于世，在晚年，他写成了《梦溪笔谈》一书，全书共30卷，其中有关科学技术的条目占三分之一以上，涉及数学、天文历法、地理、地质、气象、物理、化



沈括像



石药碾



蝴蝶装元大德年间刻本《梦溪笔谈》

学、冶金、兵器、水利、建筑、医药、动植物等广阔领域，荟萃了当时中国科学技术方面的最高成就，在世界科学技

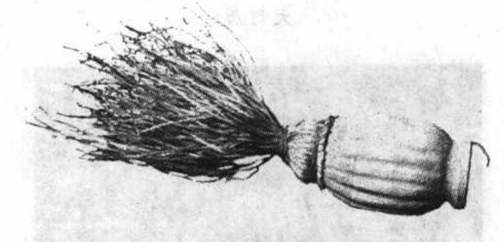


单流折柄银铛

术发展史上享有重要地位。

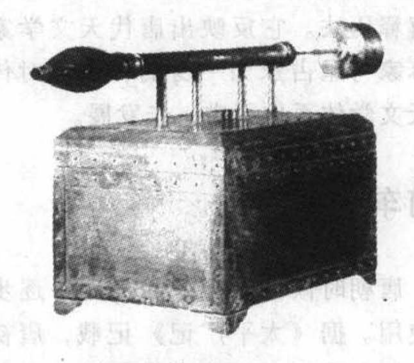
【喷火器用于战争】

中国对石油的利用自西汉时就开始了。把石油应用到作战上则是南北朝的事。两种以铁筒喷射火油的“喷火器”在后梁年间被用于战争。到了北宋初年，



北宋竹火器模型

人们对这种喷火器加以改进，它的主体结构是一个长方体的熟铜制作的油柜，以铜管与下端装有“火楼”的喷筒相连，使用时先把“火楼”中的引火药点燃，然后推拉筒朝油柜打气，使燃烧的

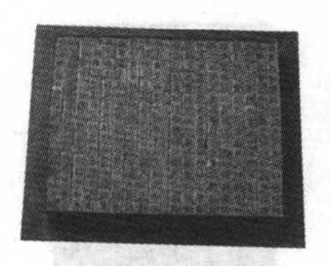


猛火油柜（模型）喷火兵器

石油高速喷出，其威力巨大，可以轻而易举地烧毁敌方的战舰和器械。同时，一种以小铜葫芦代替油柜的便于携带的喷火器也广泛地用于战场上。

【毕昇与印刷术】

毕昇生活在北宋庆历年间，尽管他


泥活字版模型

的生平事迹无法考证，但他发明了印刷术。有关他发明印刷术的记载，我们可


宋代印制商标的雕版

以从《梦溪笔谈》中看到。毕昇以前的时代，人们采用雕版印刷，花费工时甚多，但效率很低。毕昇则以胶泥为材料，


毕昇像

每字刻一印，然后用火把它焙烧坚硬。在排版时，采用两个铁框子，将活字排满框，然后把它放在事先放置松香、蜡


交子　印刷的纸币

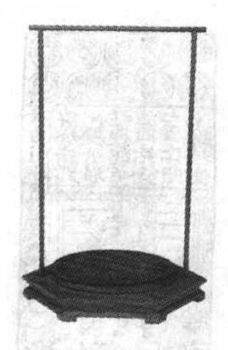
和纸灰的铁板上压平，将蜡和松脂加热熔化后，活字就牢固地与铁框结合成一体，便可用于印刷，印刷完毕，拆下铁框后又可以重新排字。这样一来，省去了刻制雕版的过程，大大提高了工作效率。

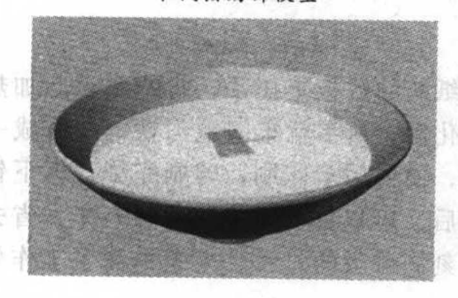
【罗盘应用于航海】

罗盘是中国人古代的发明，它被广泛地应用于航海。1098 年至 1100 年，


明代罗盘

一些外国商船就开始用带有指南针的罗盘导航，中国关于指南针的发明与应用的记载在沈括的《梦溪笔谈》上可以找到。有人认为，中国用指南针导航是 10 世纪的事。在中国，指南针和罗盘还用于“堪舆”。而 12 ~ 13 世纪阿拉伯人所用的罗盘，也是从中国传过去的。自罗


宋代指南针模型

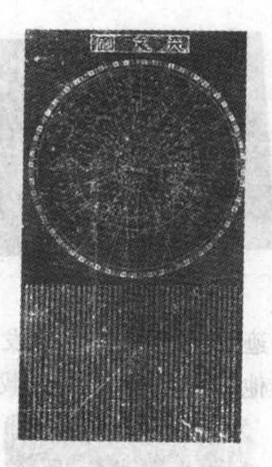

漂浮式指南针

盘应用于航海之后，人们可以根据指南针的变化绘出海图。借助罗盘，达伽马远航到达印度。

【苏颂与水运天象仪】

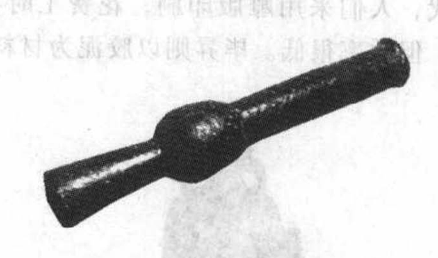
苏颂是水运天象仪的发明者，他生活在宋代，是历史上著名的一位天文学家，水运天象仪是他在元祐七年发明的。水运天象仪以水力作动力，推动浑仪、报时浑象等机件，既能准确又无蟮馗。

苏颂发明的水运天象仪与现代天文台有异曲同工之妙。放浑仪的小屋可以开启或关闭屋顶，浑仪上安放了一根望筒，可以起到望远镜的作用，为观察天象时提供方便。苏颂还设计了一种"假天仪"，其样式像个竹制的笼子，上面糊纸并按星图开孔透露光线。人们可以坐在黑暗的"笼子"里，操纵控制杆使"笼子"转动，能达到观察星体运行的效果。

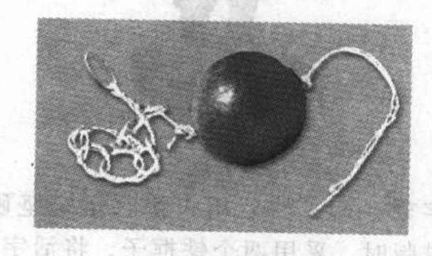

苏州石刻天文图碑

【南宋时期的突火枪】

火药是中国古代的四大发明之一。在南宋，采用火药的武器有突火枪。它的原理与现代枪炮是一样的。


铜火铳

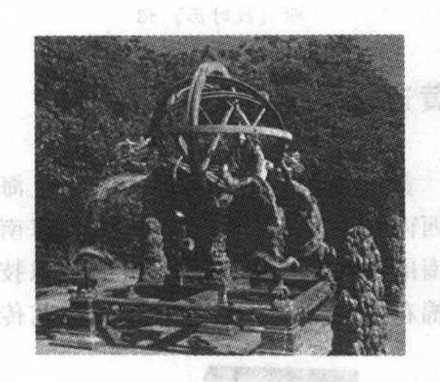
突火枪是在1259年发明的，它用坚实的竹管做枪筒，能发射一种弹丸。而在一个世纪之前的12世纪，就有人制作了可以喷射火焰的枪械；1232年，飞火


毒药烟球模型

枪也出现了，它是用十几层纸卷成枪筒，把铁渣、碎磁和火药装进去，然后绑在长矛前端，作战时先引发，杀伤对方，然后再举矛刺戳。南宋突火枪的出现，大大提高了兵士的战斗力。

【赵友钦的光学研究】

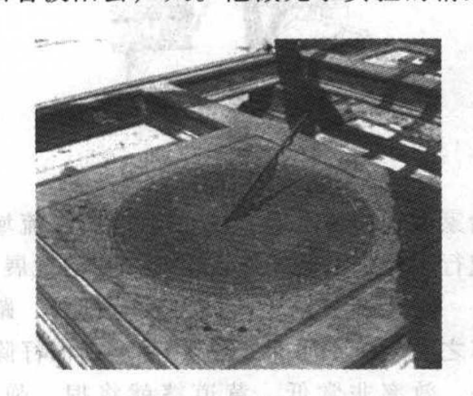
13世纪中叶，中国宋末元初的科学家赵友钦设计和进行了小孔成像实验。



浑仪

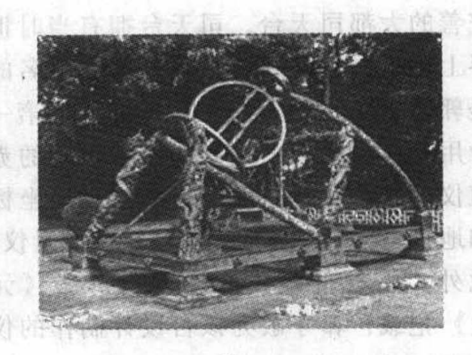
这是中国历史上规模最大、记载最详的物理实验，在世界上也是绝无仅有的。

赵友钦自号缘督，饶州鄱阳（今江西省波阳县）人。他做光学实验的情景



铜方日晷

在其著作《革象新书》上有记载。在实验中，赵友钦总结指出：物距、像距、光源和孔窍对像的大小和浓淡都有所影



简仪

响。另外，他还注意到两个参数同时变化时的相长相消现象。

【郭守敬与天文学】

郭守敬（1231~1316年），元代著名的天文学家、仪器制造家、水利专家



郭守敬像

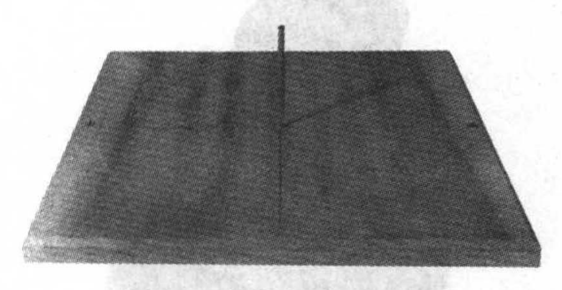
和数学家。至元十六年（公元1279年），他被元朝委任主持大都天文台工作。至元十三年（公元1276年），元朝令他和王恂率南北日官数人负责新历的测验和推算工作。为了完成这项工作，郭守敬研制了许多新的天文仪器。

至元十六年（公元1279年）春，朝廷在大都东城墙建起了当时世界上最

完善的大都司天台，司天台拥有当时世界上极为先进的观测仪器。较为著名的是郭守敬发明的简仪，它是世界上第一台用一高一低两个支架支撑起极轴的赤道仪，也是世界上第一台集测赤道坐标和地平坐标于一体的多功能综合测量仪。此外，还有仰仪、玲珑仪等。据《元史》记载，郭守敬为该台设计制作的仪器有13件之多。

【《授时历》】

郭守敬、许衡和王恂等人于元代至元十七年（公元1280年）编成的《授时历》在当时的世界历法中是最精确的。次年，忽必烈颁发了诏令，让《授时历》通行全国。



土圭

忽必烈诏令编修《授时历》，是他深受汉族文化影响的结果。郭守敬等人综合了自汉代以来的历法成果，并利用高表、简仪等仪器的测量结果来论证，甚至用日晷进行了27个地方的测算，确定了冬至日的准确时间。他推算出365.2425日是一回归年的周期，并确定了黄道和赤道的位置，为《授时历》的编定打下了坚实的基础。《授时历》的编定用了4年时间，它的计算结果具有很高的精密度。



頒授時曆詔　李謙
自古有國牧民之君必以欽天授時為立治之本
黃帝堯舜以至三代莫不皆然為日官者皆世守
其業隨時考驗以與天合故曆法無數更之弊及
秦滅先聖之術每置閏於歲終古法蓋殫廢矣由
兩漢而下立積年日法以為推步之準因仍沿襲以
迄于今夫天運流行不息而欲以一定之法拘之未
有久而不差之理差而必改其勢有不得不然者
今命太史院作靈臺制儀象日測月驗以考其度
數之真積年日法皆所不取庶幾脗合天運而永
終無弊乃者新曆告成賜名曰授時曆自至元十八
年正月一日頒行布告遐邇咸使聞知

颁《授时历》诏

【黄道婆革新纺织技术】

黄道婆是松江府乌泥泾（今上海旧城西南孔里）人，她曾在崖州（海南岛最南的崖县）学到一些先进的纺织技术和棉花加工方法，返乡后她将技艺传授



纺织图

给家乡人民，这些技术开始在长江流域流行，促进了这一地区棉纺织业的发展。

长江下游地区开始并没有椎弓、踏车之类的纺织工具，全靠用手将棉籽除去，效率非常低。黄道婆就将捏、弹、纺、织等一整套制作工具的方法和织布的技艺悉心传授给当地人民。用她的方法织成的棉被，远近闻名，被誉为乌泥泾被。

文献上并没有详细记载黄道婆所传授的纺织工具，但根据王桢在《农书》中记载的一些资料来推测，可能是木棉弹弓、木棉缆车和木棉卷筵3种。

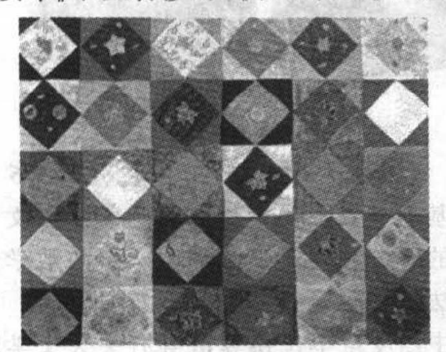
【火药传入欧洲】

13世纪中期，中国古代四大发明之一的火药随着蒙古西征而传入波斯、阿拉伯等地。13世纪末，制造火药和火药武器的方法由阿拉伯传入欧洲。

早在公元8世纪至9世纪，阿拉伯帝国就掌握了中国的炼丹术，同时，制造火药的药料硝石也进入阿拉伯帝国，阿拉伯人称之为“中国雷”，波斯人则叫“中国盐”。12世纪初，火药的制造方法由南宋通过海路传入阿拉伯。13世纪中叶，铁火罐内储火药的新式武器通过蒙古人传入俄罗斯，又从陆地传至波斯、阿拉伯，乃至整个欧洲。

【《农政全书》】

《农政全书》与后魏贾思勰的《齐民要术》、元官修的《农桑辑要》、王祯



精美的元代织物

的《农书》以及清代官修的《授时通考》，并称为我国的“五大农书”，而它是篇幅最长、内容最丰富的农业书籍。

《农政全书》的作者是明末杰出的科学家、农学家徐光启。他于天启五年（公元1625年）开始撰写，完成刊行的时间是崇祯十二年（公元1639年）。直到徐光启逝世时，这部书才完成，是其心血之作。



缫丝图

《农政全书》共70多万字，60卷，分农本、田制、农事、水利、农器、树艺、蚕桑、蚕桑广类、种植、牧养、制造和荒政12目，系统全面地总结了当时农业生产的经验，较好地概括了我国几千年传统农业的特点，为后世农学的发展作出了贡献。

【《天工开物》】

《天工开物》是一部记录我国古代科技成就的重要著作，在国际科学著作中具有举足轻重的地位。

《天工开物》的作者是是明朝的宋应星。这部书是他在任江西汾宜县教谕时编撰完成的。首次刊行时间为崇祯十年（公元1637年），明朝末年第二次刊印。

《天工开物》分上、中、下三编，

各18个类目，每类为1卷，涵盖了染色、粮食加工、谷类、制陶、造纸等中国古代工农业生产诸部门的生产技术，在书中配有120多幅插图，将古代各种器物的结构、形态、原理以及各种工艺的生产过程和工序直观而形象地描绘了出来。

《天工开物》是古代劳动人民的生产实践经验的记录和总结，并真实反映了当时中国的工艺技术水平。

【地雷和水雷的使用】

地雷是设置于地下或地面的爆炸性火器，杀伤力很大。中国早在明朝初年便开始使用地雷，并将其引入战争中。万历八年（公元1580年），戚继光应用“钢轮发火”装置地雷，从而提高了地雷发火时机的可靠性和准确性。

地雷有十几种，制作的原料有铁、石、陶或瓷等。布设方式有单发地雷，也有“子母雷”等。

水雷和地雷的原理相同，惟一不同的是水雷是布设在水中的爆炸武器。在明代，水雷主要有水底龙王炮、混江龙、水底雷和济雷4种，其中最早出现的是水底雷。

【火箭载人飞行的实验】

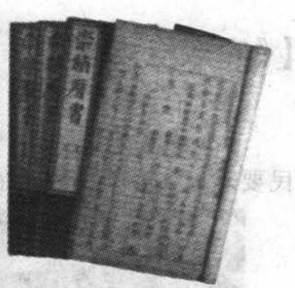
在以前用弓弩发射火箭的基础上，明代有人发明了以火药为动力的火箭，即利用火箭燃烧向后喷射气体的反作用力进行发射。明代发明的火箭有单级和多级火箭，种类繁多，单级火箭有飞刀箭、飞枪箭等单发箭和百虎齐奔箭、一窝蜂等多发箭。

在火箭被广泛运用的基础上，明人万虎进行了火箭载人飞行实验。他把自己捆在椅子前面，在坐椅后装了40多个当时最大的火箭，两手又分别持一个风筝，希望能加强上升的力量。这次试验以失败告终，但万虎成了世界上第一个试图利用火箭来飞行的人。

【《崇祯历书》】

万历年以后，明皇帝批准了礼部的改历方案，任命徐光启督修历法，设立历局。《崇祯历书》就是徐光启等人编撰完成的一部新的历法书籍。

《崇祯历书》的编撰工作历时5年，完成于明崇祯七年（公元1634年）。它采用西方天文学的方法和成就，以欧洲天文学的体系为基础，将中国沿用多年的历制进行了改造。此后，西历在中国开始实行。

《崇祯历书》书影

《崇祯历书》共137卷，分节次6目和基本5目。其中后5目为关于天文用表的法数、天文学计算中必备的数学知识法算、测量仪器和计算工具法器，以及中西度量单位换算法等有关天文学理论的知识。这一部分在全书中的篇幅最大，共40卷。此外，书中对世界著名的天文学家哥白尼、托勒密、开普勒的天

文学著作进行了介绍。

【朱载堉的十二平均律和异径管律】

明代末年，朱载堉创立了十二平均律和异径管律，使中国的律学有了很大发展，彻底解决了自先秦以来探索十二旋宫问题的所有矛盾。

朱载堉是明代的乐律学家和历算家。他的十二平均律（又称新法密率）解决了古代乐律研究中“黄钟不能还原”的问题，也使任何调音上的音阶各级之间达到了音程关系的完全一致。他的异径管律认为不仅不同律管管径无法一致，即使是同一律管，其左右两部分管径也难以一致，据此，他还提出了管口校正的新途径。

他的上述两项成就是16世纪声学的重大成就之一，对世界律学史和声学史的发展作出了重大贡献。

【李时珍编撰《本草纲目》】

李时珍（1518～1593年），字东壁，号濒湖，晚号濒湖山人，湖北蕲州（今湖北蕲春）人，出生于医学世家。李时珍34岁时候开始着手编撰《本草纲目》，历时27年，终将这部集本草学之大成的巨著完成。

《本草纲目》共52卷，内容极为丰富，包含了动物、植物、矿物等各方面的内容，可谓是关于自然知识的博物学著作。这本书还有1109幅附图、11096首方剂歌诀，对16世纪之前的中药研究成果作了全面的总结，同时还详细地介绍了各种中药的制法和栽培方法，并一一写明其药用价值。《本草纲目》共介绍了1094种植物药材和444种动物药材。

【《几何原本》中译本的出现】

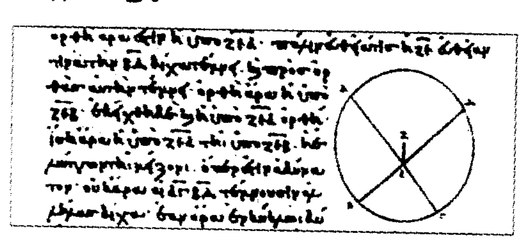
《几何原本》是古希腊数学家欧几里德的著作，书中运用严格的推理组成了一个庞大而严密的数学逻辑演绎体系，是最早用公理法建立数学演绎体系的典范。

徐光启根据利玛窦的口译，用一套既切合科学涵义、又易为中国读者接受的名词术语译出了《几何原本》的前六卷。这是第一部被译为中文的西方科学著作，对中国近代数学的发展产生了重大的影响。从此，几何学知识在中国流传开来。

【天文学家和数学家梅文鼎】

梅文鼎生于1633年，卒于1721年，字定九，号勿庵，安徽宣城人，是我国清代康熙年间著名的天文学家和数学家。

梅文鼎一生四处游学，著书立说，其成就被誉为“国朝算学第一”。他生平共著书80多种，主要为天文学和数学方面的著作。流传于世的有《梅氏丛书辑要》23种60卷和《勿庵历算全书》29种76卷。



《几何原本》希腊文字抄本

在传统天文学方面，梅文鼎系统地解释和研究了中国已有的《大统历》、《授时历》和《崇祯历书》等，他结合西洋的天文理论，将之融会贯通，贡献颇大。

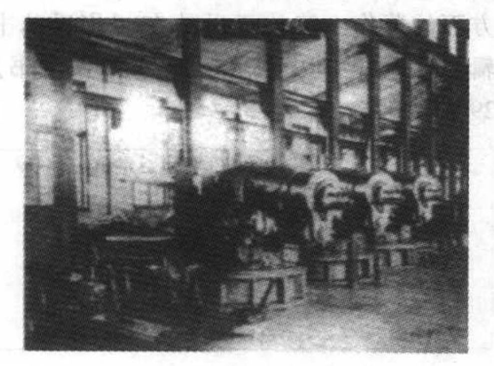
【民间天文学家王锡阐】

王锡阐，生于1628年，卒于1682年，字寅旭，号晓庵，江苏吴江人。他是中国清代民间天文学家中举足轻重的人物。他真实而客观地指出了中西历法的优点和弊端，并将西洋新法历书中的许多错误找了出来，被人们誉为能“考正古法之误而存其是，择取西说之长而去其短”的异士。

他的有关天文历法方面的著作颇多，其中《六统历法启蒙》、《历策》、《历说》、《日月左右旋问答》、《五星行度解》、《历法表》、《推步交逆序》、《步交会》等被编入《木犀轩丛书》、《晓庵先生文集》，我国著名的《四库全书》中也有其著作《晓庵新法》。

【徐寿和蒸汽机轮船】

徐寿，生于1818年，卒于1884年，



江南制造总局炮厂内景

江苏无锡人。他精通自然科学及工程技术。1861年，徐寿等人开始研制火轮船。1862年，中国第一艘木质蒸汽机轮



徐寿像

船“黄鹄”号在徐寿等人的努力下研制成功。该船的主机为单缸蒸汽机，汽缸长2尺，直径1尺，船全长为55尺，重



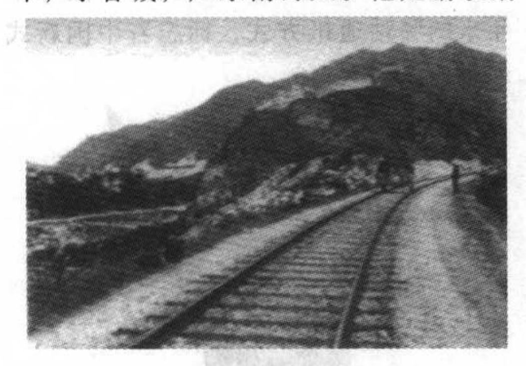
徐寿、李善兰、华衡芳在江南制造总局翻译处的合影

25吨，时速为每小时6海里。“黄鹄”号的研制成功在中国的船舶制造史上具有划时代的意义。

1868年，徐寿在上海江南制造总局翻译馆工作，先后翻译西方科技书籍《汽机发轫》、《营阵提要》、《西艺知新》等共13种。

【铁路工程的先驱——詹天佑】

詹天佑，生于1861年，卒于1919年，字眷诚，广东南海人。他是清政府



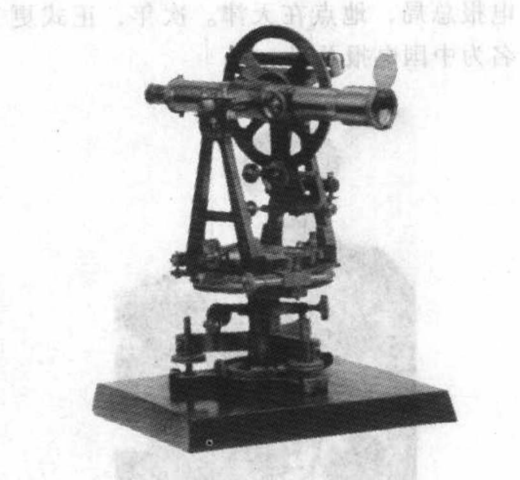
京张路工摄影

派出的第一批赴美留学的幼童之一。1881年，他于美国耶鲁大学土木工程系毕业，学成归国。

詹天佑曾参与和主持修筑了许多条铁路，主要有京奉铁路、江苏铁路、京张铁路、张绥铁路、津浦铁路、洛潼铁路、川汉铁路等。而京张铁路的修筑成功更是中国铁路史上的一大创举。1905



詹天佑旧照

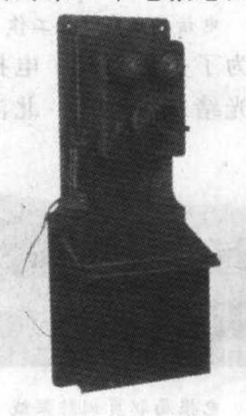


铁路测量仪器

年，詹天佑以总工程师的身份主持修筑京张铁路，他采用复式大功率机车前引后推、大坡度之字线展开等新工程技术使火车越过了险峻的八达岭，不但节约了经费，而且缩短了工期，受到了中外人士的一致好评。京张铁路全长200多公里，修筑历时4年，是中国人自行设计、勘测和施工的第一条铁路。

【李鸿章设立中国电报总局】

光绪六年（公元1880年）八月，洋务运动的代表人物李鸿章获得批准，成立了中国的第一个电报总局——津沪



晚清制造的电话

电报总局，地点在天津。次年，正式更名为中国电报总局。


李鸿章旧照

光绪八年（公元 1882 年）三月，中国电报总局改为官督商办，以保障经

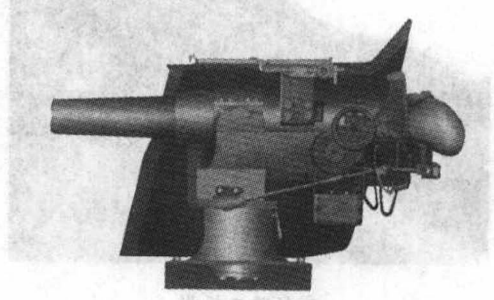

电话局接线员在工作

费。之后为了扩大招股，电报总局移址到上海。光绪二十八年，北洋大臣袁世


电报局职员训练架线

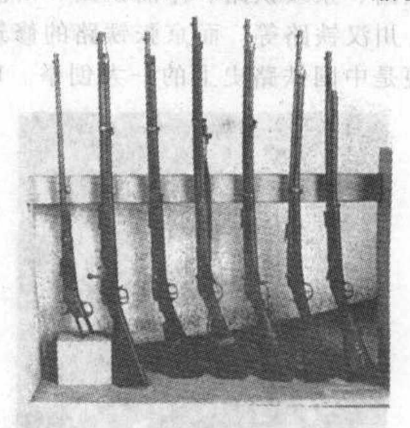
凯奏准将电报总局由官方收回统一管理，遭商股反对。之后的几年间，邮传部赎买了商股，改上海电报局为电报总局，移至北京。

电报总局的设立，改变了中国几千年来的驿站通讯方式，标志着中国新式通讯业的产生。


120 毫米口径安式速射炮示意图

【近代武器的引进与制造】

第一次鸦片战争失败后，清统治阶级开明人士开始认识到西方“船坚利


仿制的美式林明敦步枪

炮”的威力，并开始创办近代火器制造业。

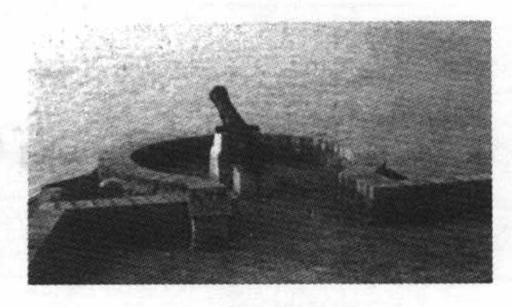
1861 年，曾国藩国创立安庆军械所，仿制洋枪洋炮，后来，左宗棠在福建创办福州船政局，李鸿章创办江南制造总局，崇厚创办天津机器局，中国的



江南机器制造局制造的后膛钢炮



清福州船政局旧照



大清炮台

近代军事工业体系初步建立。前装线膛枪、鱼雷、后膛铜炮、野炮等先进的武器相继造了出来。福州船政局还造出轻巡洋舰，1882年又建成一艘巡洋舰。这些近代兵器的制造，大大缩短了中国与西方军事上的差距。

七、古代科学家

【欧冶子】

欧冶子，春秋时越人。籍贯、生卒年不详，善冶金术。

欧冶子的事迹见于《越绝书·越绝外传记宝剑第十三》，书中说，越王勾践有五把宝剑，请善于相剑之士薛燭为其看剑，当看“纯钧”（宝剑名）时，越王说，有人想用“有市之乡二、骏马千疋、千户之都二”作交易，可否？薛燭答曰：“不可。当造此剑之时，赤堇之山，破而出锡；若耶之溪，涸而出铜；雨师扫洒，雷公击橐；蛟龙捧炉，天帝装炭；……欧冶子因天之精神，悉其伎巧，造为大刑三、小刑二：一曰湛卢；二曰纯钧；三曰胜邪；四曰鱼肠；五曰巨阙……今赤堇之山已合，若耶之溪深而不测。群神不下，欧冶子即死。虽复倾城量金，珠玉竭河，犹不能得此一物，有市之乡二、骏马千疋、千户之都二，何足言哉！”

上述记载，虽然带有传说的成分，但也足见欧氏所铸之剑之绝妙。所用原料为铜和锡，显然铸的是青铜剑。据现代考古发掘报道，1965年底，在湖北江陵出土越王勾践剑。该剑出土时完好如新，锋刃锐利，剑身满布菱形花纹，用鸟篆刻镂的铭文为“越王鸠浅自作铨”。经北京钢铁学院等用质子X射线荧光非真空技术分析得知，剑是用相当纯粹的高锡青铜铸成的，黑色花纹处含有锡、铜、铁、铅、硫等成分，铸造工艺非常高超。这一考古发现给上述欧氏铸剑的记载提供了一个实物佐证，说明欧冶子铸宝剑并非神话。

又据《越绝书》记载，欧冶子曾应楚王之邀与干将（传说与欧冶子同师）一起“凿茨山，泄其溪，取铁英，作为铁剑三枚：一曰龙渊、二曰泰阿、三曰工布（一作工市）”。楚王曾引泰阿之剑大破晋郑王三军。

【鲁班】

鲁班，姓公输，名般，又称公输子、公输盘、班输、鲁般。鲁国人。鲁定公三年（公元前507年）（一说公元前489年）生；卒年不详，机械学、土木工程家。

鲁班按理应称公输般，因他是鲁国人，且“般”与“班”同音，故后世称他为鲁班。公输家族世代是工匠，鲁班从小受到熏陶。春秋和战国之交，社会变动使工匠获得某些自由和施展才能的机会。在此情况下，鲁班在机械、土木、手工工艺等方面有所发明。大约在公元前450年以后，他从鲁国来到楚国，帮助楚国制造兵器。他曾创制云梯，准备攻宋国，但被墨子制止。墨子主张制造

实用的生产工具，反对为战争制造武器。鲁班接受了这种思想。

鲁班的发明创造有多种，散见于战国以后的书籍中，主要有：

（1）机封。《礼记·檀弓》记他设计出“机封”，用机械的方法下葬季康子之母，其技巧令人信服。但当时盛行厚葬，这种方法未被采纳。

（2）农业机具。先进农机具的发明和采用是中国古代农业发达的重要条件之一。《世本》说鲁班制做了石硙，《物原·器原》又说他制做了砻、磨、碾子，这些粮食加工机械在当时是很先进的。另外，《古史考》记鲁班制做了铲。

（3）木工工具。古代的许多器具是木制的，因此，精巧的工具对木匠来说十分重要。《物原·器原》说鲁班制做了铇、钻、檃括（矫正木材弯曲的工具）。《鲁班经》还把木工所用的曲尺称为“鲁班尺”，说明古代工匠认为曲尺是鲁班发明的，但这只是传说，曲尺在鲁班之前已是常用木工工具。

（4）锁钥。在周穆王时已有简单的锁钥，形状如鱼。鲁班改进的锁钥，形如蠡状，内设机关，凭钥匙才能打开，能代替人的看守。

（5）兵器。钩和梯是春秋末期常用的兵器。《墨子·鲁问》记鲁班将钩改制成舟战用的“钩强”，楚国军队用此器与越国军队进行水战，越船后退就钩住它，越船进攻就推拒它。《墨子·公输》则记他将梯改制成可以凌空而立的云梯，用以攻城。

（6）仿生机械。《墨子·鲁问》又记鲁班削木竹制成鹊，可以飞三天。另据《鸿书》记载，他还曾制木鸢以窥宋城。《论衡·自纪·儒增》记述了一种传言，说他制做出备有机关的木车马和木人御者，可载其母。

（7）雕刻。《述异记》记鲁班曾在石头上刻制出“九州图”，这大概是最早的石刻地图。此外，古时还传说鲁班刻制过精巧绝伦的石头凤凰。

（8）土木建筑。《事物纪原》和《物原·室原》都说鲁班创制铺首，即安装门环的底座。古时民间还传说他主持造桥；他的妻子云氏为了使工匠不受日晒雨淋而发明了伞。

当然，有些传说可能与史实有出入，但却歌颂了中国古代工匠的聪明才智。鲁班被视为技艺高超的工匠的化身，更被土木工匠尊为祖师。

【墨子】

墨子，名翟。鲁国（今山东西南部，都城曲阜）人。生卒年不详，活动于春秋末、战国初（约公元前490～约前405年），物理学家、数学家、机械制造工程师、哲学家。

公元前5世纪初，墨子可能是出生在一个以木工为谋生手段的手工业者家庭。当时的社会是一个“处工就官府”的社会，即工匠处于官府的严格控制之下，隶属和服务于官府，社会地位十分低下。而当时的工匠是世袭的，因此墨子从小就承袭了木工制作技术，并由于他的聪明巧思，使他成为一名高明的木工匠师和杰出的机械制造家，为他后来的社会活动奠定了良好的基础。

墨子的生长地山东，是当时文化比较发达的地区。墨子从小就在齐鲁文化的熏陶下，养成了勤奋好学的习惯。他对于求取知识非常重视，他认为，人之

所以为人，是由于具有认识能力，能够获取知识。他在《墨子》“经上篇”（下凡引用《墨子》一书时，仅注篇名）中说，“生，刑（形）与知处也”，“知，材也”。也就是说，人的生命力在于形体与知识的统一，求取知识是人的本能。离开了知识的单纯形体，在墨子看来是没有生命的东西，不过是行尸走肉而已。他一生也正是以此自励，始终孜孜不倦追求知识。他曾致力于诗、书和百国春秋的学习，对已有的知识博采广收。这使他拥有广博的学识，并把他造就成一代学术大师。对于知识的追求，即使在他成名之后也从未中断过。据“贵义篇”记载，有一次他南游到卫国（今河南濮阳一带）去，所乘的车中载了许多书籍，他的弟子弦唐子见了感到很奇怪，问载这么多书作什么用，墨子回答说：“昔者周公旦朝读百篇，夕见漆（七）十士，故周公旦佐相天子，其修至于今。翟上无君上之事，下无耕农之难，吾安敢废此?”由此可见墨子勤奋好学之一斑。

墨子的为学之道并不仅仅是表现在对已有知识的学习和继承方面，而更重要的是体现在他富于批判和创新的精神方面。他努力地汲取前人的知识，又不被前人的思想所桎梏。他能在继承前人知识的基础上，结合自己亲身的社会实践，提出自己的见解，创立自己的学说，建立自己的学派。也正因为如此，所以连他的论敌庄子也称赞他，在《庄子·天下篇》中说他“好学而博，不异，不与先王同”。

墨子所处的时代，是一个社会动荡和变革的时代。当时，旧的社会秩序已日渐瓦解，而新的社会秩序还没有形成。这时期，一部分手工业者挣脱了“工商食官”的隶属地位，又还没有受到新的专制制度的束缚，形成为这一特定历史时期的一个独立的阶层。他们试图跻身于“士”的行列，力争参与政治，改变自身低下的社会地位，因而成为社会上一股活动的政治势力。墨子就是在这一社会背景下成长起来的，并成为这股社会力量的政治代表和领袖。

墨子本身就是一个工匠，生活在社会的下层，因此他了解人民大众的疾苦和要求。他从亲身的经历中，深切地体验到统治者的奢靡浪费、以强凌弱以及兼并战争带给人民大众的苦难。他立志要改变这种不平的社会状态，盼望建立一个政治贤明，社会安定，人民安居乐业的“尚同”社会。为此，他把自己创立的墨家学派不但建设成为一个宣扬自己学说的学术派别，而且建设成为一个为实现自己的政治主张而奋斗的政治组织。

墨子一生的活动主要集中在两个方面，一是广收弟子，积极宣扬自己的学说；二是不遗余力地反对兼并战争。

春秋战国之际，私人讲学的风气非常盛行。孔子兴学在前，墨子讲学在后。他以“遍从人而说之”为宗旨，随时随地无条件设教，以宣扬自己的学说和主张。

墨子对于教学，首重德行，其次为言谈，再次为道术。他特别重视义，并以义为道德和行为的标准。他认为，“万事莫贵于义”，“义，天下之良宝也”。因此，他教学时坚持“有道相教”，“隐匿良道，不以相教”的原则，即首先要学生学义守义，在此基础上再学习其他的知识。

在教学方法上，墨子很重视因人施教，因才施教。他认为社会是有分工的，各人的资质也有不同，每个人都应该根据自己的能力去做力所能及的事。教学也一样，应该根据社会的需要和各人的特长，而分别进行，使学生发展个性，各有专长，并在此基础上分工合作，共同谋求天下之大利。他说，这好比筑墙一样，能筑的筑，能运土的运土，能掀土的掀土，这样才能把墙筑成。为义谋利也是这样，能运用哲学的运用哲学，能运用文字的运用文字，能运用科学技术的运用科学技术，各人都“量其力所至而从事”，如此方能达到天下之大义。

墨子在教学中特别注意教导学生要学用结合。他反对孔子“君子述而不作”的主张，坚持传述与创作并重。他认为，如果大家都述而不作，就不能有所创造，人类社会也就不会有文明进步。他指出，如果按照孔子和儒家的君子只述，小人方作的主张来看问题，那么古时发明弓、甲、车、船的人就都成了小人，而现在根据这些发明制做弓、甲、车、船的人反而都是君子。凡有所述，必是有人作出的，则其所述，岂不都是小人之道。可见孔儒的主张是荒谬的。因此，他极力主张和提倡“今之善者则作之，欲善之益多也”。他要求学生述作并重，言行一致，身体力行，反对那种只说不做，只讲空话的学风和作风，指出“口言而身不行”，即为“荡口”。

由于墨子的主张代表了下层百姓的利益，其教学思想和方法也深受学生的欢迎，因此从其学者很多，墨家也因此成为当时与儒家并称的显学。正如《吕氏春秋·当染篇》所说：“此二士（指孔子和墨子）者，无爵位以显人，无赏禄以利人。举天下之显荣者，必称此二士也。皆死久矣，徒属弥众，弟子弥丰，充满天下。”也正因为墨子教学的成功，使其弟子都成了他的政治主张的忠实信徒和执行者，墨家也因此成为一个纪律严明的团体。

墨子的政治主张是兴利除害，建立一个平等、安定、人人安居乐业的“尚同”社会。在《墨子》一书中，他一再强调要“兴天下之利，除天下之害”，并以此作为他自己及其弟子立身处世的准则。他认为儒家所主张的礼乐烦琐扰民，厚葬伤财贫民，三年守丧伤生害事，都是有害而无利的，为此他提出了非乐、薄葬、短丧的主张。对于诸侯间的攻伐和兼并战争，以及所造成的生产荒废、生灵涂炭的惨况，他更是深恶痛绝，视之为天下大害，为此他提出了非攻、兼爱的主张。他还反对宿命论，提出“官无常官，民无终贱，有能则举之，无能则下之”（“尚同上”）的主张。他期望通过兴利除害，任贤使能，兼爱互利，实现国安民富，平等友爱的大同理想。他终身为此目标而顽强奋斗，甚至甘冒危险，不惜献身。

关于墨子政治活动的业绩，最著名的是止楚攻宋。当时，著名匠师公输般（鲁班）为楚王制造了云梯，将发兵去攻打宋国（都城商丘，在今河南商丘南，拥有今河南东部和山东、江苏、安徽间地）。墨子得悉这个消息后，立即一面派遣禽滑厘率领三百名弟子，带着自己设计和制造的守城器械去宋国协助守城；一面亲自从鲁国出发，赶往楚国（今陕西商南东南、安徽含山西北、河南南阳以南、洞庭湖以北一带）。一到达楚国的都城郢城（今湖北江陵附近），

墨子便冒着被杀的危险，用辩理和科技知识，使楚王和公输般折服，放弃了攻宋的计划，从而消弭了一场攻杀战争。除止楚攻宋外，墨子还曾劝止鲁阳文君攻伐郑国（都城在今河南新郑），劝止齐（今山东北部，都城在今淄博东北的临淄）王攻伐鲁国。

墨子所做的这些事，完全是为了实践自己的主张，是一种为理想而奋斗的献身精神。他一生的活动都坚持这样做，不求名，不求利，自甘清苦，唯求理想之实现。不但他自己是这样身体力行，他所教导出来的弟子也都继承和恪守这种精神。因此，连墨家的反对派也不能不对此叹服和赞赏。《庄子·天下篇》中说："不侈于后世，不靡于万物，不晖于数度，以绳墨自矫，而备世之急。古之道术有在于是者，墨翟、禽滑厘闻其风而说之"，"使后世之墨者，多以裘褐为衣，以跂跻为服，日夜不休，以自苦为极，曰：不能如此，非禹之道也，不足谓墨"。《孟子·尽心篇》也说，墨子及其弟子"摩顶放踵利天下，为之"。

墨子一生的活动、事迹、思想和科技成就，集中体现在《墨子》一书中。原书 15 卷 71 篇，现存 15 卷 53 篇，有 18 篇早已散佚。关于《墨子》一书的作者问题，现尚存有争议。有认为是战国后期的墨家后学所作；有认为墨子自著；有认为部分墨子自著，大部为墨子的及门弟子记述的师说等。我们认为上列的第三种见解近是。

在春秋战国时期的诸子百家中，只有墨子和墨家对于科学技术最为重视。墨子本身不但是一位手艺高明的匠师，而且他还深入到科学领域之中，做了一系列的科学研究和科学实验工作，取得了许多重大的成就。同时，墨子重视科学技术并不是为科学而科学，他把科学技术与自己的政治主张紧密地联系起来，用科技知识来充实和丰富自己的学说，并以之作为兴利除害的有力武器，为自己的政治主张服务。他之所以能够止楚攻宋，除了他杰出的雄辩才能外，更主要的是由于他掌握着当时最先进的守城器械。在楚王依仗公输般的攻城器械，坚持要攻打宋国时，墨子便当着楚王的面与公输般演示了攻防器械和战术，经过九次交锋，公输般的攻城器械和战术都被墨子一一挫败，公输般的攻城器械用完了，而墨子的守城器械却还绰绰有余，这才迫使楚王放弃攻宋的计划。如果墨子不掌握科学技术，那么不管他如何擅长说理和论辩，也是无法阻止楚王攻宋的。这一事例，反映了墨子善于运用科学技术来为自己的政治主张服务。公输般为当时的名匠，但他在墨子面前相形见绌，这也反映了墨子科技造诣之高深。

墨子在科学技术领域中的成就和贡献是多方面的，其主要者有：

1. 宇宙论方面

墨子认为，宇宙是一个连续的整体，个体或局部都是由这个统一的整体分出来的，都是这个统一整体的组成部分。换句话说，也就是整体包含着个体，整体又是由个体所构成，整体与个体之间有着必然的有机联系。从这一连续的宇宙观出发，墨子进而建立了关于时空的理论。他把时间定名为"久"，把空间定名为"宇"，并给出了"久"和"宇"的定义，即"久"为包括古今旦暮的一切时间，"宇"为包括东西中南北的一切空间，时间和空间都是连续不

间断的。在给出了时空的定义之后，墨子又进一步论述了时空有限还是无限的问题。他认为，时空既是有穷的，又是无穷的。对于整体来说，时空是无穷的，而对于部分来说，时空则是有穷的。他还指出，连续的时空是由时空元所组成。他把时空元定义为“始”和“端”，“始”是时间中不可再分割的最小单位，“端”是空间中不可再分割的最小单位。这样就形成了时空是连续无穷的，这连续无穷的时空又是由最小的单元所构成，在无穷中包含着有穷，在连续中包含着不连续的时空理论。

在时空理论的基础上，墨子建立了自己的运动论。他把时间、空间和物体运动统一起来，联系在一起。他认为，在连续的统一的宇宙中，物体的运动表现为在时间中的先后差异和在空间中的位置迁移。没有时间先后和位置远近的变化，也就无所谓运动，离开时空的单纯运动是不存在的。

对于物质的本原和属性问题，墨子也有精辟的阐述。在先秦诸子中，老子最早提出了物质的本原是“有生于无”（《老子》第1章），“天下万物生于有，有生于无”（《老子》第40章）。墨子则首先起来反对老子的这一思想，提出了万物始于“有”的主张。他指出，“无”有二种，一种是过去有过而现在没有了，如某种灭绝的飞禽，这不能因其已不存在而否定其曾为“有”；一种是过去就从来没有过的事物，如天塌陷的事，这是本来就不存在的“无”。本来就不存在的“无”不会生“有”，本来存在后来不存在的更不是“有”生于“无”。由此可见，“有”是客观存在的。接着，墨子进而阐发了关于物质属性的问题。他认为，如果没有石头，就不会知道石头的坚硬和颜色，没有日和火，就不会知道热。也就是说，属性不会离开物质客体而存在，属性是物质客体的客观反映。人之所以能够感知物质的属性，是由于有物质客体的客观存在。

2. 数学方面

墨子是中国历史上第一个从理性高度对待数学问题的科学家，他给出了一系列数学概念的命题和定义，这些命题和定义都具有高度的抽象性和严密性。

墨子所给出的数学概念主要有：

关于“倍”的定义。墨子说：“倍，为二也。”（《墨经上》）亦即原数加一次，或原数乘以二称为“倍”。如二尺为一尺的“倍”。

关于“平”的定义。墨子说：“平，同高也。”（《墨经上》）也就是同样的高度称为“平”。这与欧几里得几何学定理“平行线间的公垂线相等”意思相同。

关于“同长“的定义。墨子说：“同长，以正相尽也。”（《墨经上》）也就是说两个物体的长度相互比较，正好一一对应，完全相等，称为“同长”。

关于“中”的定义。墨子说：“中，同长也。”（《墨经上》）这里的“中”指物体的对称中心，也就是物体的中心为与物体表面距离都相等的点。

关于“圜”的定义。墨子说：“圜，一中同长也。”（《墨经上》）这里的“圜”即为圆，墨子指出圆可用圆规画出，也可用圆规进行检验。圆规在墨子之前早已得到广泛地应用，但给予圆以精确的定义，则是墨子的贡献。墨子关于圆的定义与欧几里得几何学中圆的定义完全一致。

关于正方形的定义。墨子说，四个角都为直角，四条边长度相等的四边形即为正方形，正方形可用直角曲尺“矩”来画图和检验。

这与欧几里得几何学中的正方形定义也是一致的。

关于直线的定义。墨子说，三点共线即为直线。三点共线为直线的定义，在后世测量物体的高度和距离方面得到广泛的应用。晋代数学家刘徽在测量学专著《海岛算经》中，就是应用三点共线来测高和测远的。汉以后弩机上的瞄准器“望山”也是据此发明的。

墨子把点、线、面、体分别称为“端”、“尺”、“区”、“体”，并给出了它们各自的定义。他还指出，“端”是不占有空间的，是物体不可再分的最小单位，与古希腊的原子论相类似。

此外，墨子还对十进位值制进行了论述。中国早在商代就已经比较普遍地应用了十进制记数法，墨子则是对位值制概念进行总结和阐述的第一个科学家。他明确指出，在不同位数上的数码，其数值不同。例如，在相同的数位上，一小于五，而在不同的数位上，一可多于五。这是因为在同一数位上（个位、十位、百位、千位……），五包含了一，而当一处于较高的数位上时，则反过来一包含了五。十进制的发明，是中国对于世界文明的一个重大贡献。正如李约瑟在《中国科学技术史》数学卷中所说：“商代的数字系统是比古巴比伦和古埃及同一时代的字体更为先进、更为科学的”，“如果没有这种十进位制，就几乎不可能出现我们现在这个统一化的世界了”。

3. 物理学方面

墨子关于物理学的研究涉及到力学、光学、声学等分支，给出了不少物理学概念的定义，并有不少重大的发现，总结出了一些重要的物理学定理。

首先，墨子给出了力的定义，说：“力，刑（形）之所以奋也。”（《墨经上》）也就是说，力是使物体运动的原因，即使物体运动的作用叫做力。对此，他举例予以说明，说好比把重物由下向上举，就是由于有力的作用方能做到。同时，墨子指出物体在受力之时，也产生了反作用力。例如，两质量相当的物体碰撞后，两物体就会朝相反的方向运动。如果两物体的质量相差甚大，碰撞后质量大的物体虽不会动，但反作用力还是存在。

接着，墨子又给出了“动”与“止”的定义。他认为“动”是由于力推送的缘故，“止”则是物体经一定时间后运动状态的结束。墨子虽没有明确指出运动状态的结束是因为存在着阻力的缘故，但他已意识到在外力消失后，物体的运动状态是不可能永远存在下去的。

关于杠杆定理，墨子也作出了精辟的表述。他指出，称重物时秤杆之所以会平衡，原因是“本”短“标”长。用现代的科学语言来说，“本”即为重臂，“标”即为力臂，写成力学公式就是力×力臂（“标”）=重×重臂（“本”）。现在人们一般都习惯于把杠杆定理称为阿基米德定理，其实墨子得出杠杆定理比阿基米德早了200年，应称之为墨子定理才是公允的。此外，墨子还对杠杆、斜面、重心、滚动摩擦等力学问题进行了一系列的研究，这里就不一一赘述。

在光学史上，墨子是第一个进行光

学实验，并对几何光学进行系统研究的科学家。如果说墨子奠定了几何光学的基础，也不为过分，至少在中国是这样。正如李约瑟在《中国科学技术史》物理卷中所说，墨子关于光学的研究，“比我们所知的希腊的为早”，“印度亦不能比拟”。

墨子首先探讨了光与影的关系，他细致地观察了运动物体影像的变化规律，提出了“景不徙”的命题。也就是说，运动着的物体从表观看它的影也是随着物体在运动着，其实这是一种错觉。因为当运动着的物体位置移动后，它前一瞬间所形成的影像已经消失，其位移后所形成的影像已是新形成的，而不是原有的影像运动到新的位置。如果原有的影像不消失，那它就会永远存在于原有的位置，这是不可能的。因此，所看到的影像的运动，只是新旧影像随着物体运动而连续不间断地生灭交替所形成的，并不是影像自身在运动。墨子的这一命题，后来为名家所继承，并由此提出了“飞鸟之影未尝动”的命题。

随之，墨子又探讨了物体的本影和副影的问题。他指出，光源如果不是点光源，由于从各点发射的光线产生重复照射，物体就会产生本影和副影；如果光源是点光源，则只有本影出现。

接着，墨子又进行了小孔成像的实验。他明确指出，光是直线传播的，物体通过小孔所形成的像是倒像。这是因为光线经过物体再穿过小孔时，由于光的直线传播，物体上方成像于下，物体下部成像于上，故所成的像为倒像。他还探讨了影像的大小与物体的斜正、光源的远近的关系，指出物斜或光源远则影长细，物正或光源近则影短粗，如果是反射光，则影形成于物与光源之间。

特别可贵的是，墨子对平面镜、凹面镜、凸面镜等进行了相当系统的研究，得出了几何光学的一系列基本原理。他指出，平面镜所形成的是大小相同、远近对称的像，但却左右倒换。如果是二个或多个平面镜相向而照射，则会出现重复反射，形成无数的像。凹面镜的成像是在“中”之内形成正像，距“中”远所成像大，距“中”近所成的像小，在“中”处则像与物一样大；在“中”之外，则形成的是倒像，近“中”像大，远“中”像小。凸面镜则只形成正像，近镜像大，远镜像小。这里的“中”为球面镜之球心，墨子虽尚未能区分球心与焦点的差别，把球心与焦点混淆在一起，但其结论与近现代球面镜成像原理还是基本相符的。

墨子还对声音的传播进行过研究，发现井和罂有放大声音的作用，并加以巧妙地利用。他曾教导学生说，在守城时，为了预防敌人挖地道攻城，每隔三十尺挖一井，置大罂于井中，罂口绷上薄牛皮，让听力好的人伏在罂上进行侦听，以监知敌方是否在挖地道，地道挖于何方，而作好御敌的准备。尽管当时墨子还不可能明了声音共振的机理，但这个防敌方法却蕴含有丰富的科学内涵。

4. 机械制造方面

墨子是一个精通机械制造的大家，在止楚攻宋时与公输般进行的攻防演练中，已充分地体现了他在这方面的才能和造诣。他曾花费了3年的时间，精心研制出一种能够飞行的木鸟。他又是一个制造车辆的能手，可以在不到一日的时间内造出载重30石的车子。他所造的车子运行迅速又省力，且经久耐用，为

当时的人们所赞赏。

值得指出的是，墨子几乎谙熟了当时各种兵器、机械和工程建筑的制造技术，并有不少创造。在《墨子》一书中的“备城门”、“备水”、“备穴”、“备蛾”、“迎敌祠”、“杂守”等篇中，他详细地介绍和阐述了城门的悬门结构，城门和城内外各种防御设施的构造，弩、桔槔和各种攻守器械的制造工艺，以及水道和地道的构筑技术。他所论及的这些器械和设施，对后世的军事活动有着很大的影响。

5. 哲学方面

墨子的哲学建树，以认识论和逻辑学最为突出，其贡献是先秦其他诸子所无法比拟的。

墨子认为，人的知识来源可分为三个方面，即闻知、说知和亲知。他把闻知又分为传闻和亲闻二种，但不管是传闻或亲闻，在墨子看来都不应当是简单地接受，而必须消化并融会贯通，使之成为自己的知识。因此，他强调要“循所闻而得其义”，即在听闻、承受之后，加以思索、考察，以别人的知识作为基础，进而继承和发扬。

墨子所说的“说知”，包含有推论、考察的意思，指由推论而得到的知识。他特别强调“闻所不知若已知，则两知之”，即由已知的知识去推知未知的知识。如已知火是热的，推知所有的火都是热的；圆可用圆规画出，推知所有的圆都可用圆规度量。由此可见，墨子的闻知和说知不是消极简单地承受，而是蕴涵着积极的进取精神。

除闻知和说知外，墨子非常重视亲知，这也是墨子与先秦其他诸子的一个重大不同之处。墨子所说的亲知，乃是自身亲历所得到的知识。他把亲知的过程分为“虑”、“接”、“明”三个步骤。“虑“是人的认识能力求知的状态，即生心动念之始，以心趣境，有所求索。但仅仅思虑却未必能得到知识，譬如张眼睨视外物，未必能认识到外物的真象。因而要“接”知，让眼、耳、鼻、舌、身等感觉器官去与外物相接触，以感知外物的外部性质和形状。而“接”知得到的仍然是很不完全的知识，它所得到的只能是事物的表观知识，且有些事物，如时间，是感官所不能感受到的。因此，人由感官得到的知识还是初步的，不完全的，还必须把得到的知识加以综合、整理、分析和推论，方能达到“明”知的境界。总之，墨子把知识来源的三个方面有机地联系在一起，在认识论领域中独树一帜。

墨子又是中国逻辑学的奠基者。他称逻辑学为“辩”学，把其视之为“别同异，明是非”的思维法则。他认为，人们运用思维，认识现实，作出的判断无非是“同”或“异”，“是”或“非”。为此，首先就必须建立判别同异、是非的法则，以之作为衡量、判断的标准，合者为“是”，不合者为“非”。这种判断是“不可两不可”的，人们运用思维以认识事物，对同一事物作出的判断，或为“是”，或为“非”，二者必居其一，没有第三种可能存在，不可能二者都为“是”，或二者都为“非”，也不可能既“是”又“非”，或既“非”又“是”。用现代的逻辑学名词来说，这就是排中律和毋矛盾律。

由这一思维法则出发，墨子进而建立了一系列的思维方法。他把思维的基本方法概括为“摹略万物之然，论求群

言之比。以名举实，以辞抒意，以说出故。以类取，以类予”（“小取”）。也就是说，思维的目的是要探求客观事物间的必然联系，以及探求反映这种必然联系的形式，并用“名”（概念）、“辞”（判断）、“说”（推理）表达出来。“以类取，以类予”，相当于现代逻辑学的类比，是一种重要的推理方法。此外，墨子还总结出了假言、直言、选言、演绎、归纳等多种推理方法，从而使墨子的辩学形成为一个有条不紊、系统分明的体系，在古代世界中别树一帜，与古代希腊的逻辑学、古代印度的因明学并立。

综上所述，可以看到墨子的科学造诣之深，成就之大，在中国古代杰出科学家的行列中堪称为佼佼者之一。遗憾的是，墨子在科技领域中的理性灵光，随着后来墨家的衰微，几近熄灭。后世的科学家大多注重实用，忽视理性的探索，此实为中国科技史上的莫大损失。

【石申夫】

石申夫，战国时魏国人。生卒年不详，大约生活于公元前4世纪中期，天文学家。

石申夫又写作石申甫或石申父。南北朝以后，可能是误会，将其名字称为石申，今从已故钱宝琮先生的考证，据两汉文献记载改正。石申夫是中国先秦时代著名的天文学家。他不但编制了世界上最古老的星表，而且在四分历、岁星纪年、行星运动、天象观测和中国古代的占星理论等方面，都做出了重要的贡献。他对于中国古代天文学从知识的积累和定性研究进人系统定量的科学探讨起了决定性的作用。

石申夫及其学派的著作早已散失，仅《开元占经》及两汉的若干著作中有所引述。《史记·天官书》张守节引《七录》说：“石申魏人，战国时作《天文》八卷；《隋书·经籍志》载石氏作《天文占》八卷，《浑天图》一卷，《石氏星经簿赞》一卷。”其中《天文》和《天文占》可能是同一部书，它还有一个名称为《石氏星经》。《浑天图》和《石氏星经簿赞》可能是汉以后由其门徒所作。

《开元占经》载石氏中官62，外官30，加上28宿，共计120座。同时给出了石氏星表这120座的121颗星的入宿度和去极度。关于这121个恒星坐标值究竟测于何时，日本上田穰早在30年代就曾利用二十八宿去极度的岁差变化作过观测年代的计算，认为分别为公元前300年、公元前150年和公元200年三次所测。近年来，潘鼐计算的结果也相类似，而薮内清则认为是公元前70年测定。不过，1978年阜阳汉初汝阴侯之子夏侯灶墓出土的圆盘和《淮南子·天文训》中都有二十八宿距度的记载，这证明汉太初以前无疑是有二十八宿入宿度的，这是出于推算日月五星行度的需要。这个数值也容易用简单的方法测定。但至今却没有任何证据能证明太初以前曾测定过去极度，故以二十八宿去极度来判断入宿度测定的年代是靠不住的。因此，石氏二十八宿距度可能确是石申夫本人所测，其他数值可能是西汉时由其门徒完成。《石氏星经》是石氏学派集体劳动和智慧的结晶。

战国时代，是中国天文学家创立四分历，并使之完善和系统化的时代，从

保留至今的零星历史文献可以看出，石申夫在四分历发展过程中曾起过相当重要的作用。其贡献如下：(1)《史记·天官书》说："故甘、石历五星法，唯独荧惑有反逆行。"《汉书·天文志》也说："古历五星之推，亡逆行者。至甘氏、石氏经，以荧惑、太白为有逆行。"《开元占经》则载有石氏金星出没动态(包括逆行在内)的推算方法，可见石申夫有推算五星出没动态的方法，并已涉及火星、金星逆行的计算。(2)在魏国颁行四分历，使用每年 $365\frac{1}{4}$日，每月 $29\frac{499}{940}$日，十九年七闰，七十六年季节一循环的法则。其基本数据和格局与《史记·历书》类似，故各种文献都略而不载。(3)使用干支纪日法循环纪日。(4)使用石氏岁星纪年法循环纪年，此法载在《史记·天官书》中。(5)使用周正，以冬至所在之月为岁首。

《石氏星经》是中国最早也是最著名的占星书之一，由于石申夫及其门徒的勤奋观测，做出了一系列的新发现。这些发现大都被当作占星的内容摘引在《开元占经》中。摘要如下：(1)黄赤交角数据的最早测定者。《续汉书·律历志》引载《石氏星经》说："黄道轨牵牛初值斗二十度，去极百一十五度。"将其减去一象限 $91\frac{5}{16}$度，得黄赤交角为 $23\frac{11}{16}$度，与当时理论值仅差23′。(2)测制了世界上最早的星表，第一次建立起完整的坐标概念。(3)发现行星有逆行。(4)首先观测到太阳日珥。《开元占经》引石氏曰："日两旁有气短小，中赤外青，名为珥。"(5)首次发现日冕。《开元占经》引石氏曰："有气青赤，立在日上，名为冠。"古代冠冕通用。(6)最早的太阳黑子纪录。《开元占经》引石氏曰："日中有立人之像。"只是未载年月日。(7)发现月亮运动有迟疾的变化和偏离黄道的运动。《开元占经》引石氏曰："月行乍南乍北，……或进退朓朒。"(8)最早的彗星分类。《开元占经》引石氏曰："凡彗星有四名：一名索，二名拂星，三名扫星，四名彗星，其形状不同。"

【甘德】

甘德，战国时楚国人。生卒年不详，大约生活于公元前4世纪中期，天文学家。

甘德是先秦时期著名的天文学家，他著有《天文星占》8卷、《岁星经》等，这些著作的内容多已失传，仅有部分文字为《唐开元占经》等典籍引录，从中可以窥知他在恒星区划命名、行星观测与研究等方面有所贡献。

他和石申夫等人都建立了各不相同的全天恒星区划命名系统，其方法是依次给出某星官的名称与星数，再指出该星官与另一星官的相对位置，从而对全天恒星的分布、位置等予以定性的描述。三国时陈卓总结甘德、石申夫和巫咸三家星，得到我国古代经典的283星官1464星的星官系统，其中取用甘氏星官者146座(包括28宿在内)，可见甘德对全天恒星区划命名的工作对后世产生了很大的影响。有迹象表明，甘德还曾对若干恒星的位置进行过定量的测量，

可惜其结果大多湮没不存。

甘德对行星运动进行了长期的观测和定量的研究。他发现了火星和金星的逆行现象，他指出“去而复还为勾”，“再勾为巳”，把行星从顺行到逆行、再到顺行的视运动轨迹十分形象地描述为“巳”字形。甘德还建立了行星会合周期（接连两次晨见东方的时间间距）的概念，并且测得木星、金星和水星会合周期值分别为：400 日（应为 398.9 日）、587.25 日（应为583.9 日）和136 日（应为 115.9 日）。他还给出木星和水星在一个会合周期内见、伏的日数，更给出金星在一个会合周期内顺行、逆行和伏的日数，而且指出在不同的会合周期中金星顺行、逆行和伏的日数可能在一定幅度内变化的现象。虽然甘德的这些定量描述还比较粗疏，但它们却为后世传统的行星位置计算法奠定了基石。

依据《唐开元占经》引录甘德论及木星时所说“若有小赤星附于其侧”等语，有人认为甘德在伽利略之前近两千年就已经用肉眼观测到木星的最亮的卫星——木卫二。若虑及甘德著有关于木星的专著——《岁星经》，是当时认真观测木星和研究木星的名家，且木卫二在一定的条件下确有可能凭肉眼观测到，则这一推测大约是可信的。

甘德还以占星家闻名，是在当时和对后世都产生重大影响的甘氏占星流派的创始人，他的天文学贡献同其占星活动是相辅相成的。

【李冰】

李冰，战国末期人。籍贯、生卒年不详。水利。

古代蜀地（今四川）非涝即旱，有“泽国”、“赤盆”之称。四川人民世世代代同洪水作斗争。秦惠文王九年（公元前316 年），秦国吞并蜀国。秦为了将蜀地建成其重要基地，决定彻底治理岷江水患。同时派精通治水的李冰取代政治家张若任蜀守。李冰为蜀守的时间，没有明文记载，大约在秦昭王三十年至秦孝王之间（公元前 277—前 250 年）。

李冰学识渊博，“知天文地理”。他决定修建都江堰以根除岷江水患。李冰经过实地调查，发现开明所凿的引水工程渠首选择不合理，因而废除了开明开凿的引水口，把都江堰的引水口上移至成都平原冲积扇的顶部灌县玉垒山处，这样可以保证较大的引水量和形成通畅的渠首网。李冰创筑的都江堰，史籍记载甚为简略。但以这些记载为基础，结合现今都江堰工程结构分析，可以基本确定李冰修建的都江堰由鱼嘴、飞沙堰和宝瓶口及渠道网所组成。鱼嘴是在宝瓶口上游岷江江心修筑的分水堰，因堰的顶部形如鱼嘴而得名。《华阳国志》记载：李冰“壅江作堋”的“堋”就是指鱼嘴。它将岷江分为内外江，起航运、灌溉与分洪的作用。飞沙堰是一个溢洪排沙的低堰，它与宝瓶口配合使用可保证内江灌区水少不缺，水大不淹。宝瓶口是控制内江流量的咽喉。《史记·河渠书》记载“蜀守冰凿离堆，辟沫水之害”，就是指李冰开凿宝瓶口。因“崖峻阻险，不可穿凿，李冰乃积薪烧之”，劈开玉垒山，凿成宝瓶口。宝瓶口不仅是进水口，而且以其狭窄的通道形成一道自动节水的水门，对内江渠系起保护作用。宝瓶口这一岩石渠道，十分坚固，千百年来在岷江激流冲击下，并未被冲

毁，有效地控制了岷江水流。清宋树森“伏龙观观涨”一诗云：“我闻蜀守凿离堆，两崖劈破势崔巍，岷江至此画南北，宝瓶倒泻数如雷。”李冰修成宝瓶口之后，“又开二渠，由永康过新繁入成都，称为外江，一渠由永康过郫入成都，称为内江”。这两条主渠沟通成都平原上零星分布的农田灌溉渠，初步形成了规模巨大的都江堰水利工程的渠道网。

李冰在修建都江堰工程中，创造了竹笼装石作堤堰的施工方法。唐李吉甫《元和郡县志》载：“犍尾堰（都江堰唐代之名）在县西南二十五里，李冰作之以防江决。破竹为笼，圆径三尺，长十丈，以石实之。累而壅水。”此法就地取材，施工、维修都简单易行。而且，笼石层层累筑，既可免除堤埂断裂，又可利用卵石间空隙减少洪水的直接压力，从而降低堤堰崩溃的危险。

李冰还创用石人测量岷江水位。《华阳国志·蜀志》载：李冰“作三石人，立三水中，与江神要。水竭不至足，盛不没肩”。这是见于记载最早的水则，说明李冰已基本掌握了岷江水位涨落的大致幅度。

除都江堰外，李冰还主持修建了岷江流域的其他水利工程。如“导洛通山，洛水或出瀑布，经什邡、郫，别江”；“穿石犀溪于江南”；“冰又通笮汶井江，经临邛与蒙溪分水白木江”；“自湔堤上分羊摩江”等等。上述水利工程，史籍均无专门记叙，详情多不可考。这一切均说明李冰是一位颇有建树的水利工程专家。

李冰任蜀守期间，还对蜀地其他经济建设也做出了贡献。李冰“识察水脉，穿广都（今成都双流）盐井诸陂地，蜀地于是盛有养生之饶”。在此之前，川盐开采处于非常原始的状态，多依赖天然咸泉、咸石。李冰创造凿井汲卤煮盐法，结束了巴蜀盐业生产的原始状况。这也是中国史籍所载最早的凿井煮盐的记录。李冰还在成都修了七座桥：“直西门郫江中冲治桥；西南石牛门曰市桥，下石犀所潜渊中也；城南曰江桥；南渡流曰万里桥；西上曰夷里桥，上（亦）曰笮桥；桥从冲治桥而西出折曰长升桥；郫江上西有永平桥。”这七座桥是大干渠上的便民设施。

李冰所作的这一切，尤其是都江堰水利工程，对蜀地社会产生了深远的影响。都江堰等水利工程建成后，蜀地发生了天翻地覆的变化，千百年来危害人民的岷江水患被彻底根除。唐代杜甫云：“君不见秦时蜀太守，刻石立作五犀牛，自古虽有厌胜法，天生江水向东流，蜀人矜夸一千载，泛滥不近张仪楼。”从此，蜀地“旱则引水浸润，雨则杜塞水门，故水旱从人，不知饥饿，则无荒年，天下谓之天府”。水利的开发，使蜀地农业生产迅猛发展，成为闻名全国的鱼米之乡。西汉时，江南水灾，“下巴蜀之粟致之江南”，唐代“剑南（治今成都）之米，以实京师”。渠道开通，使岷山梓柏大竹“颓随水流，坐致材木，功省用饶”。而且有名的蜀锦等当地特产亦通过这些渠道运往各地。正是由于李冰的创业，才使成都不仅成为四川而且是西南政治、经济、交通的中心，同时成为全国工商业和交通极为发达的城市。

李冰修建的都江堰水利工程，不仅在中国水利史上，而且在世界水利史上也占有光辉的一页。它悠久的历史举世

闻名，它设计之完备令人惊叹！我国古代兴修了许多水利工程，其中颇为著名的还有芍陂、漳水渠、郑国渠等，但都先后废弃了。唯独李冰创建的都江堰经久不衰，至今仍发挥着防洪灌溉和运输等多种功能。

李冰为蜀地的发展做出了不可磨灭的贡献，人们永远怀念他。两千多年来，四川人民把李冰尊为“川主”。1974 年，在都江堰枢纽工程中，发现了李冰的石像，其上题记：“故蜀郡李府郡讳冰”。这说明早在1800 年前，李冰的业绩已为人民所传颂。近人对李冰的功绩也极为赞赏。1955 年，郭沫若到灌县时，题词：“李冰掘离堆，凿盐井，不仅嘉惠蜀人，实为中国二千数百年前卓越之工程技术专家。”

【扁鹊】

一心为人们服务的医生

一个真心为人民服务，对于人民真正有所贡献的人，不管时间隔得多久，他总是不会被忘掉，而能够得到人民的尊敬和怀念的。扁鹊就是这样的一个人。

扁鹊是战国时代的一个著名的医生。他姓秦，名叫越人，是渤海郡鄚邑（今河北任丘县北鄚州镇）人。他的出身现在已无从查考，仅仅知道他青年时代曾经替贵族管理过客馆。

客馆里有个常来的食客，叫长桑君，医术很高明，扁鹊就拜他做老师。因为扁鹊决心要以医术替人们解除疾病的痛苦，所以学习很努力。他除了学会长桑君的一套本领以外，还用心研究前人的医学著作。他又善于总结人民群众的实践经验，因而终于在医学上达到了很高的成就，对我国医学的发展作出了很多的贡献。他把别人的病痛看作自己的病痛，常常深入民间，一丝不苟地为人治病。这使他在当时就博得了人们普遍的崇敬，人们把他比作传说中的黄帝时候的神医扁鹊，称他做“扁鹊先生”。他原来的姓名秦越人，反被人忘掉了。后人还尊崇他为医学的祖师，他的故乡也被人称为“药王庄”。

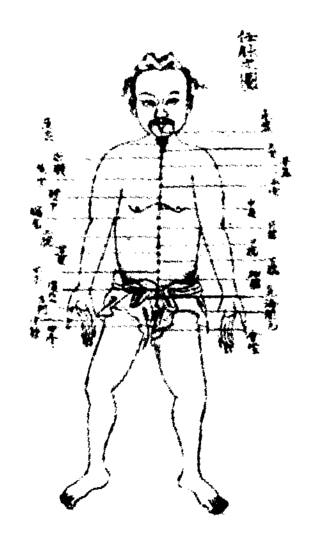
传统的诊断法的奠基人

我国医学上的传统的诊断疾病的方法——望（看气色）、闻（听声音）、问（问病情）、切（按脉搏），是扁鹊首先根据前人的医学经验，结合他自己的实践，加以条理化的。在这四种诊断方法之中，扁鹊特别擅长于望诊和切诊。相传，那时候晋国的赵简子，有一次病得很沉重，已经五天昏迷不醒了。赵简子的家人十分惶恐，请扁鹊去给他诊治。扁鹊按过赵简子的脉搏以后，断定赵简子不会死。他给赵简子配了药，又扎了针，果然，不出三天，赵简子就苏醒过来了。

有一次，扁鹊路过虢国（今河南陕县东南），听说虢君的太子突然昏死了。



扁鹊像



任脉图

他认为这事很可怀疑，要去看个究竟。当扁鹊跑到宫里的时候，大臣们已在替太子办理后事。扁鹊问明了太子怎样昏死的情况以后，就仔细地察看。他发现太子还有微弱的呼吸，两腿的内侧还没有全冷，因而断定太子不是真死，而是得了“尸蹶病”（类似现代的假死），认为还有治好的希望。他就给太子扎针，太子果然醒了过来。扁鹊接着又在太子两腋下施行热敷，不一会，太子就能够坐起来了。这不用说使得虢君万分惊喜，他热泪盈眶，向扁鹊作揖道谢。扁鹊临走时还留下了药方，虢太子按方服了二十多天的汤药，便完全恢复了健康。

这就是世代传说的扁鹊起死回生的故事。因此，当时的人都把扁鹊当作神仙看待。但是扁鹊并不因此而骄傲，也不炫耀自己的本领，他说：不是我有什么本领能够把病人救活，而是病人本来就没有死。

又有一次，扁鹊到了齐国，齐桓侯知道他有很高明的医术，就热诚地招待他。扁鹊见了齐桓侯，根据齐桓侯的气色，断定有病。他对齐桓侯说：你已经有病了，现在病还在浅表部位，如果不赶快医治，就会加重起来。齐桓侯因为自己当时并没有不舒服的感觉，所以不相信扁鹊的话，反以为扁鹊是想借此显示自己的本领，博取名利。过了五天，扁鹊又看见了齐桓侯，观察到齐桓侯的病已经进入血脉之间，再劝他赶快医治。齐桓侯还是不听。再过五天，扁鹊又告诉齐桓侯说：你的病已转到了胃肠，如果再拖延不治，恐怕就无法挽救了。齐桓侯这一次不仅不听，反而对扁鹊说：我起居同平时一样，没有什么毛病，请你不要再噜苏了。又过了五天，扁鹊细看齐桓侯的气色，知道他的病已经无法医治了，于是一句话也不说就走开了。齐桓侯派人去问他为什么走开，他说：病在浅表，可以用汤药医治；病到血脉，可以扎针医治；病到内脏也还不是没有办法；可是现在齐桓侯的病已深入到骨髓，再没有方法可以医治，所以只好退了出来。

不久，齐桓侯果然病倒了。他派人去请扁鹊，这时扁鹊已经到秦国去了。齐桓侯终于因为没有听扁鹊的话而病死了。

这就是著名的扁鹊会见齐桓侯的故事。

从上面一些流传下来的故事，可以知道扁鹊是如何地精于望诊和切诊了。

这并不是说扁鹊治病只用望诊和切诊的方法，他同时也很注意从多方面来诊断疾病。他既看舌苔，又听病人说话、呼吸和咳嗽的声音，还问病源和得病前后的种种情况。除了病人以外，他还向病人的家属和亲友细细查询，以求得准确的结论，便于对症下药。这就是上面提到的望、闻、问、切的综合的诊断方

法。这一套诊断方法的建立，是扁鹊在我国医学史上的巨大贡献。

扁鹊不仅在诊断学上有很大的贡献，而且是医学上的“多面手”。上面说到扁鹊给虢太子治病，就用了针灸、热敷和汤药三种方法综合治疗。扁鹊说：病的种类实在太多，这使人民痛苦；医治方法太少，这是医生的苦恼。为了能够迅速有效地给人们解除疾病的痛苦，满足医疗上的需要，扁鹊还研习针灸、按摩和外科手术。他也精于医治妇女、小孩和五官的疾病。相传因为邯郸（今河北邯郸市）西南妇女多病，扁鹊在那里的时候就花费大部分的时间为妇女治病。洛阳（今河南洛阳市）风俗尊重老人，扁鹊在那里就当耳目科医生，替很多老人治好耳聋眼花的毛病。他到咸阳（今陕西咸阳市）的时候，因为那里的孩子多病，就几乎变成小儿科的专门医生。这些都说明扁鹊之所以能够精通各科和各种医疗技术，是与他这种处处从人们需要出发的热情分不开的。

扁鹊一生有很多的时间是背着药袋，带着徒弟，天南地北地在各处奔走。他不辞登山涉水的辛劳，替各地人民治病。因为他有这种治病救人的精神和高明的医术，所以各地人民都非常爱戴他、称颂他。现在山东、河南、河北等地，还留存着古代人民纪念他的古迹，如庙宇、石碑等。

破除迷信，预防疾病

扁鹊为了人们的健康，还提出了一套破除迷信和预防疾病的思想。他认为身体应该好好保养和锻炼，有了病以后要赶紧请医生医治，拖延久了病就会加重起来，以至于不能医治。他说，人不怕有病，就怕有了病以后不好好医治，应该懂得轻病好治的道理。他又说，相信鬼神和巫师而不相信医生的人，他们的病是不会治好的。扁鹊在迷信思想还很浓厚的古代，能够毫不踌躇地提出反对相信巫师的看法，是很不容易的。

从扁鹊提出的这套思想中，也可以看出他是把人的生理和心理看成有机的整体，是能够互相影响的。这一点有很大的实践意义。

关于如何预防疾病，扁鹊告诉大家，健康时就要注意寒暖，节制饮食，胸襟要舒畅，不能动怒生气等等。在今天看来，这些也都是合乎科学的。

扁鹊的被害

在当时那种社会里，同行就是冤家。扁鹊的医术很高，因而受到一些统治阶级豢养的医生们的妒嫉。扁鹊就是因此而被秦国太医令李醯暗害了的。人民群众自然十分痛恨暗害扁鹊的家伙，当他们知道李醯是暗害扁鹊的主谋者以后，十分愤怒。一天，李醯驾车出门，愤怒的人们把他包围起来，要不是李醯的卫兵们的保护，这个卑鄙无耻、阴险毒辣的杀人犯，准会给大家打死的。

扁鹊虽然被暗害了，但人民群众永远怀念着他。他在医学上的贡献，随着历史的发展，一天比一天更加得到发扬光大。

扁鹊为了使自己的医术能够保存下去，很注意培养徒弟。子阳、子豹、子问、子明、子游、子仪、子越、子术、子容等人，都是他的著名的徒弟，其中子仪还著有《本草》一书。

到汉朝的时候，扁鹊的医疗理论和经验，被总结成一部医学的经典著作，书名叫做《难经,》，一共有八十篇，其中有《脉经》、《经络》、《脏腑》、《病

理》、《穴道》、《针法》等篇。

【华佗】

不怕威胁、不为利诱的医生

华佗也是一个为我国广大人民所尊崇、怀念的名医。

华佗生于公元二世纪（在东汉和三国间），比扁鹊要迟六七百年。他是沛国（治所在今安徽宿县西北）谯（今安徽亳州）人。他从小就能刻苦钻研学问，精通各种经书，尤其喜爱研究医学和养生的方法。后来他去徐州（州治在今山东郯城西南）游学，拜名医做老师，再加上自己不断的努力，终于获得了渊博的医学知识。内科、外科、妇科、小儿科和针灸科等，他样样精通，外科医术尤其高明，因而后世尊称他为外科的祖师。他医病的方法很多，而且简便易行，用药不过几种，给病人针灸，取穴也不过几处，但疗效很高，当时的人都称他为神医。

华佗除了有非常高明的医术以外，



华佗

还有不慕名利的可贵品质。沛国相陈珪曾经推荐他做孝廉，太尉黄琬也曾征聘他去做官，他都一概拒绝了。他宁愿捏着金箍铃，到处奔跑，为人民大众治病。彭城（今江苏徐州市）、广陵（今江苏扬州市）、甘陵（今山东临清市）、盐渎（今江苏盐城西北）、东阳（今山东恩县西北的东阳城）、琅玡（今山东临沂市北）一带，是华佗当时的主要行医的地方，这一带的人民没有不赞扬他的。到现在，江苏徐州还有华佗的纪念墓，沛县也还有华祖庙。

三国时的曹操常常患头风眩，医了好久没有见效，听说华佗的医术高明，就请他医治。华佗替他扎了一针，头便不痛了，因此曹操强要华佗当自己的侍医（私人医生），供他一个人使唤。华佗既是一个不慕名利的人，当然不愿意做曹操的侍医。他借口妻子有病，告假回家，不再到曹操那里去了。曹操忿怒极了，派人到华佗家里去调查。曹操对派去的人说：如果华佗的妻子果然有病，就送给他小豆四十斛（一斛就是一石）；要是没有病，就把他逮捕来办罪。

传说华佗被逮捕送到曹操那里以后，曹操仍旧请他治病。他给曹操诊断了以后，对曹操说：丞相的病已经很沉重，不是针灸可以见效的了，我想还是先给你服“麻沸散”（解说见后），然后剖开头颅，施行手术，这才能除掉病根。曹操认为华佗有意谋害他，大发脾气，把华佗关进牢狱里。后来，华佗就被曹操杀害了。

在被逮捕送往曹操那里去的路上，华佗还给人治病。被关进牢狱以后，他知道曹操不会放过他的，于是抑制住悲愤的心情，逐字逐句地整理他的三卷医

学著作——《青囊经》，希望把自己的医术流传下去。这三卷著作整理好以后，华佗把它交给牢头，牢头不敢接受。在极度失望之下，华佗把它掷在火盆里烧掉。牢头这时候才觉得可惜，慌忙去抢，只抢出一卷，据说这一卷是关于医治兽病的记载。

从这里可以看出华佗是一个有骨气的人，他具有不怕威胁，不为利诱的高贵品质。

华佗没有留下专门著作。这是我国医学的一个重大损失。《中藏经》、《华佗方》等医书，虽被人认为是他的著作，实际上却都是后人假托的。

华佗的弟子有吴普、李当之、樊阿等人。吴普著有《吴普本草》，李当之著有《本草经》，樊阿精于针灸，在医学上都有很大的成就。

麻醉术的发明者

华佗在医学上的贡献很大。华佗最出色的是外科手术。为了施行手术的需要，他总结前人的经验，利用酒能够使人麻醉的性能，发明了"麻沸散"。病人用酒服麻沸散后，便会完全失去知觉，剖腹割背也不会感到痛苦。华佗除用手术来治外科病以外，还常用外科手术来医治内脏的疾病。华佗能把内脏的病变部分割掉，或者加以洗涤。动了手术以后，伤口用丝线缝合，敷上特别配制的药膏，据说四五天后便可以愈合，一个月左右便可以平复。

麻沸散的配制方法，早已失传，后人虽有种种推想，但都不可靠。不过，华佗在一千七百年前已经能用麻醉法来进行外科手术，则是毫无疑义的。这是他对祖国医学上的一个卓越的贡献。



神医华佗塑像

外科绝技

关于华佗的高明的外科手术，流传下来许许多多的故事。

据说有一次，华佗家里送来了一个肚子痛得十分厉害的病人。华佗按了病人的脉搏，再按揿了他的肚子以后，断定这个人患的是肠痈（就是盲肠炎）。华佗认为针灸已经迟了，非开刀不可。于是他就给病人服了麻沸散，并施行了剖腹手术，割去溃烂的盲肠，然后再用丝线扎好，敷上药膏。经过华佗的手术以后，这人的病就完全好了，不久伤口也结上了疤，一个多月以后就能干活了。

又有一次，一个孕妇请华佗看病，华佗诊断这妇人是受了伤，但胎儿还未落下来。妇人的丈夫知道自己妻子受了伤以后，胎儿已经落下来了，认为华佗的诊断不太正确，不要华佗给她治疗。过了一百天左右，这妇人又来找华佗了。华佗诊察了以后，仍旧断定胎儿没有下来，并且说，她原来怀的是双胞胎，上次落下了一个胎儿，失血过多，身体大

大亏损，因而留在肚子里的胎儿也不能生长了。华佗还断定这胎儿已经死了，要是不把这个已死的胎儿弄下来，产妇就活不成了。于是华佗先给产妇扎针和服药，服药以后，产妇虽然肚子很痛，但胎儿还是下不来。于是华佗请另外一个妇人给这个孕妇按摩，果然取下一个死胎。

还有一个病人，肚子的中部痛了十多天，胡子和眉毛都因而脱落了，来请华佗诊治。华佗认为是脾脏腐烂，应该剖腹割治。经过华佗把他内脏的腐烂部分割掉，敷上药膏，并给他服了汤药，一百天以后，这人也恢复了健康。

小说《三国演义》里还有华佗替关羽“刮骨疗毒”的故事。据说关羽镇守襄阳（今湖北襄阳县）的时候，在战场上中了毒箭，臂膀红肿，请华佗医治。华佗建议关羽服麻沸散后再动手术，关羽认为不必服麻沸散。于是华佗把关羽的手臂缚在木架上，用刀割去腐烂的皮肉，一直刮到骨头上，关羽却一面下棋饮酒，谈笑自如。经过华佗手术以后，关羽才没有丧命。这事虽然不见于史书，但《襄阳府志》里却有这段记载。

华佗给人治病总是灵活地根据病人的实际情况，找出病源，然后决定疗法，决不为表面的现象所迷惑，也决不生搬硬套。例如，有两人都头痛发热，一同来请华佗治病。一个叫倪寻，一个叫李延。华佗细细诊察了他们的病情以后，知道两人的病象虽然相像，但致病的原因不同，于是给倪寻吃泻药，而给李延吃发散的药。当时有人问华佗说，他们两人患同样的毛病，为什么给他们服不同的药品？华佗就告诉他，倪寻是伤食（吃东西太多而生的病），李延是外感（受冷感冒），病状相同而病源不同，所以给他们吃的药也就不同。倪寻和李延服药以后，到了第二天，病都好了。

华佗还能用心理疗法来医治疾病。相传有一个郡守病了，请华佗给他医治。华佗诊断出他的病不是一般药物可以医治的，而只有在大怒之下才可痊愈。因此，华佗不给他开药方，反而向他索取了很多的诊金，并且大摆架子。几天以后，华佗偷偷地走开，留下一封信，信里把郡守大骂一通。果然不出华佗所料，郡守因为他的这种无礼举动大为愤怒，派人追捕，要把华佗杀掉。郡守的儿子知道内情，故意阻止。这使郡守越发激怒。盛怒之下，郡守吐了一滩黑血，病也就好了。这个传说虽然不一定可靠，但无疑是对华佗灵活运用心理疗法医治疾病的赞扬。

传说华佗还用冷水浴来给人治病。有个妇人患寒热病，经年不能痊愈，去找华佗给她医治。当时正是十一月里，天气非常寒冷，华佗叫她坐在石槽里，用冷水浇灌，然后用火来使她温暖，并且用厚被把她蒙盖起来。这妇人出汗以后，病果然痊愈了。

华佗也很善于用民间单方来治病。据说有一次华佗在路上遇着一个因咽喉阻塞吃不下东西而呻吟着的病人。华佗告诉他可以向路旁卖饼的人买三两蒜齑和三升酸醋，调好后吃下去，病就可以治好。病人依照他的话做了，不一会就吐出一条虫来，病也就完全好了。

“五禽之戏”和华佗的成就

华佗除了有很高明的医术以外，还是医疗体育的创始人。他继承并且发扬了我国古代“圣人不治已病，治未病”的传统思想，否定了方士可以使人长生

不老的鬼话，批评了单纯的医疗观点。他认为每个人都应该进行体育锻炼，来增强体质、预防疾病，以达到延年益寿的目的。这是华佗对人们健康的另一贡献。

华佗常用“户枢不蠹，流水不腐”这两句话来说明他的这种思想。这意思是说：譬如门上的转轴，由于天天转动，所以不致于被虫蛀坏；流着的水，也因为经常在运动，所以不会腐败发臭。根据这个原则，华佗创造出一种叫做“五禽之戏”的体育活动来。

所谓五禽，就是虎、鹿、熊、猿、鸟。华佗把虎的扑动前肢、鹿的伸转头颈、熊的卧倒身子、猿的脚尖纵跳、鸟的张翅飞翔等动作，联系起来，编成一整套使全身肌肉和关节都得到舒展的体操。他的弟子吴普和樊阿用这方法来锻炼身体，增强了体质。吴普到九十多岁时，听觉和视觉都很好，牙齿也很坚固；樊阿活到一百多岁，身体也很健康。华佗把这套锻炼身体的方法，到处推广，使很多的人受到好处。

华佗在一千七百年前就创造了这样一套合乎科学的医疗体育和锻炼身体的方法，是他留给我们的宝贵遗产。

华佗在医学上所以能够获得这样巨大的成就，除了他的刻苦钻研、虚心学习以外，同时也由于他能勇于打破迷信、不受传统的束缚而又能接受前人有用的遗产，由于他能重视人民大众宝贵的经验。

用汤药和针灸等方法治不好的内脏病症，便用外科手术来治疗，这是华佗的重大贡献。但这种治疗方法在当时却受到医学界有守旧思想的人的攻击，他们认为用剖割手术会使人的元气大受损伤，经过剖割手术的人，即使不死，也活不长久。这些人的攻击并没有使华佗畏缩不前，他为了替人们解除痛苦，毅然决然地继续钻研并利用外科手术来治病，以事实来回答这种攻击。结果，华佗博得了广大人民的信任，把我国医学向前推进了一步。

五禽之戏是华佗批判地接受前人遗产的好例子。从秦朝以来，迷信修仙的人讲究“导引”，这就是模仿动物的动作，活动全身，以求长生不老的方法。华佗抛弃了其中的迷信部分，而吸收了合理的部分，并且加以发展和系统化，因而创造了这一套合乎科学的锻炼身体的方法。

上面说到华佗用蒜齑和醋这个民间单方来医治寄生虫病，是他重视人民大众宝贵医疗经验的证明。华佗一生游历了不少地方，到处采集草药并且向老百姓请教，他把所获得的丰富知识加以总结和提高，并因病人的特殊情况而决定医治方法和用药的分量，所以能够得到很好的医疗效果。相传有一个樵夫在深山里迷了路，肚子很饿，看见有个隐士在采黄芝吃，他也采了几枚，吃了很耐饿。樵夫回家后把这事告诉华佗，华佗就上山去采集，经过实验证明黄芝有很高的营养价值。华佗就用黄芝来配入药方，作为强壮剂。这也是一个很好的例子。

华佗替人治病也是处处从实际需要出发的。东汉末年是一个军阀混战的时代，安徽、山东、江苏一带，战事尤其频繁。在战争中被杀伤的人很多，对于外科的需要自然是很迫切的，华佗因此特别努力于外科医学的钻研，他发明麻醉法和能掌握非常高明的外科手术，都

与这种实际需要有关。

【淳于意】

淳于意，又称太仓公或仓公。临淄（今山东淄博）人。公元前205年（一说前216年）生；卒年不详，中医学家。

淳于意生于西汉初期，政治形势比较稳定，医学已经出现了一个繁荣的局面，有大量医学著作问世。著名的《黄帝内经》就是在此时完成的。淳于意在齐国任太仓长，即管理粮仓的小官吏，因而有太仓公之称。他平时喜爱医学，先拜公孙光为师，得到公孙光的传授，一些重要医学著作，包括《经脉上》、《经脉下》、《四时阴阳重》、《顺逆》等，尽得其传。对此，淳于意还不满足，仍然寻求更多的学习机会。公孙光对他的好学不倦颇受感动，把他推荐到另一名医公乘阳庆门下。公乘阳庆又把自己的藏书包括《黄帝脉书》、《扁鹊脉书》、《上经》、《下经》、《五色诊》、《揆度》、《药论》、《阴阳外变》等完全传授给他。有名师指点，加上自己的勤奋努力，淳于意终于成为能“诊病决生死，有验，精良”的名医。

淳于意精良的医术受到当时各侯国的统治者的重视，都想聘到自己身边，随时任用。淳于意对此抱有反感，终于离开齐国，周游各国。这一期间，齐王刘则得了怪病，无良医医治，终于死亡。齐王家族竟以此诬告淳于意擅离职守，把他投入狱中。后来，又把他押解去京城长安办罪。临行，淳于意哀叹膝下无儿子，只有五个女儿，在紧急关头竟无男儿帮助。其幼女缇萦十分伤感，决心随父入京，并上书汉文帝，表示愿代父赎罪，为官家奴婢。汉文帝颇受感动，产生怜悯之心，予以特赦。淳于意专心从医，努力钻研，终于成为一代名医，为我国医学做出重要贡献。

淳于意在医学上的贡献，根据司马迁《史记·仓公传》的记载，主要是医案和脉诊两方面。

在我国医学史上，他首创“诊籍”，也即后来所说的医案。这些诊籍主要是为齐王家族诊病时记载的，其内容包括患者的姓名、居处、职业或职位、主诉及病状、诊断病症名、预后及方药，有的病例还兼载病因及病理。多数诊籍中还记载患者的脉象。这些记录共25则，包括临证方面的主要学科，其中大部分是内科病症，也有六例妇科病症、二例儿科病症、一例外科病症和一例口齿科病症。当时所用的病症名，有些奇特，如沓风、风瘅、迵风、风蹶、蛲瘕，有不少病名，现在已经不用了。诊籍的设立，给临床科学留下了极宝贵的资料。它为后世医案记录树立了一种模式，便于临床上总结成功的经验和失败的教训，有利于临床医学的提高。淳于意在实际医疗中，还提倡多样化的治疗方法。其中包括汤剂、针灸、水疗（以水拊其头）、外敷药、漱口药以及阴道坐药等，其中有些治疗方法如阴道坐药，不仅在国内是最早的记录，还为后世的综合疗法打下基础。

淳于意在脉诊方面的成就也是很突出的。据《史记》载，中医利用脉诊于临床，是战国时期的扁鹊首先提出并实践的。早期的脉诊，是一种“三部九候”法，即对病人的头颈部、上肢及下肢，都要摸脉诊断，这在实际应用中，有很多不便。有鉴于此，淳于意经过长

期实践和摸索，进行了一些改革。他在诊脉时，只利用“寸口”的切脉法，即只切候上肢腕部的动脉。他所记录的25例病案中，有20例都有脉象记录，说明脉诊在他诊断过程中所占的重要位置。“寸口”脉在当时又叫“气口”，是简便而有效的切脉诊断法，这种方法一直沿用下来。淳于意对脉诊的内容有深入细致的记载。他认为人体内部脏腑的状态，可以从切脉中反映出来，如在诊籍中就提到有“心脉”、“肝脉”、“肾脉”，还提到如“脉无五脏气”的情况，这是利用脉诊判断人体内部脏器健康状态的记录。这种通过寸口脉来判断脏腑健康的方法，尽管诊籍并非脉学诊断专著，因而记录得不全面细致，但淳于意确实是以这种方法来诊断内脏病症的。如他的诊籍中载有“心脉浊躁”、“肝脉弦”、“肾脉主浊”等，表明他从脉象上判断出内脏的病状。这可以说是开中医以寸口脉分候内脏病症的先河。

淳于意在诊籍中所记载的脉象相当丰富，当时即已提到大、小、浮、沉、滑、数、急、弦、紧、散、实、长、代、坚、弱、躁等，还有清顺、不一，计20余种脉象。其中绝大部分都在后世脉学中出现，晋代王叔和的《脉经》一书中，除后两种以外，其他脉象大多都曾提到。

淳于意是我国古代脉学诊断学的重要开拓者之一，对后世的影响甚大。有人认为，古代经脉学说的重要经典著作之一《难经》是淳于意所著，表明淳于意在传统脉学中所占的重要位置。

除医案、脉诊方面的成就外，淳于意的医疗道德也是值得提倡的。他所记载的诊籍，不仅将成功的治愈的病例加以记录，对于失败的、死亡的病例，他也不加迴避。他如实地记载了患者死亡的原因，对病人及其家属也直言不讳地指出预后转归的优劣。这种实事求是的医疗作风为后人所推崇和称道。淳于意勤于学习，不耻下问，他不满足于公孙一人所传授的经验，又拜公乘阳庆为师，这也是他在学术上取得成就的原因之一。他还以同样的负责精神，毫无保留地将自己的经验传授给几个门徒，其中有高期、王禹、杜信、唐安等人。

【张骞】

张骞，成固（今陕西城固）人。约汉文帝（公元前179～前157年在位）中后期生；元鼎三年（公元前114年）卒，地理学家。

汉武帝时，北方的匈奴不时侵犯边境，掳掠人畜，毁坏庄稼，对汉王朝构成一大危害。为了巩固边防，减轻匈奴的威胁，汉武帝决定联合西域各族，共击匈奴。建元三年（公元前138年），张骞受汉武帝的派遣，肩负着联合大月氏，共同夹击匈奴的政治使命，带着100多人，踏上漫长的征途，向西进发。这是我国历史上有确凿记载的最早一次探险和旅行。张骞一行，从长安出发，走陇西（郡治今甘肃临洮），经河西走廊，被匈奴所获，拘留10余年，直至元朔元年（公元前128年），才乘机逃脱，继续西行，取道于天山南麓的车师（在今新疆吐鲁番盆地），从那里穿过沟通天山南北的重要交通孔道，进入焉耆，再从焉耆溯塔里木河西行，经过龟兹（今新疆库车东）、疏勒（今新疆喀什）等地，翻越葱岭，到达大宛（今费尔干

纳盆地），然后经康居（在今锡尔河流域），到达大月氏。当时大月氏已吞并了大夏，在那儿安居乐业，无意于进攻匈奴。张骞不得要领，决定回汉。元朔二年（公元前127年），张骞一行踏上归途。为躲避匈奴势力，他们决定改变路线，由来时的“北道”改走“南道”。从大月氏出发，越过葱岭，沿昆仑山北麓向东行进，经过莎车、于阗（今新疆和田）、鄯善（今新疆若羌）等地，在进入羌人居住地时，不幸再次被匈奴骑兵俘虏扣留。一年后，单于死，匈奴发生内乱，张骞乘机逃出，于元朔三年（公元前126年）回到长安。这次出使前后共历13年之久，回来时仅剩二人。

元朔五年（公元前124年），张骞以随军校尉的身分，随大将军卫青出战匈奴。由于他熟悉匈奴的地理情况，知道水草分布和交通路线，使汉军粮食供应充足，兵强马壮，从而保证了这次出击很快取得了胜利。因从军有功，被封为博望侯。

张骞第一次西行时，在大夏曾看到蜀布和邛竹杖，闻知来自身毒（即印度），他根据方向和道里推测，身毒离大夏不会太远，由此他向汉武帝建议通“西南夷”，前往身毒，再取道大夏，以寻求通往西域的途径，避免匈奴袭击的危险。汉武帝采纳了他的建议。元狩元年（公元前122年），张骞出使西南夷，从西蜀犍为（今四川宜宾）出发，派使节分成几路，经駹（今四川茂县）、莋（今四川汉源）、徙（今四川天全）、邛（今四川西昌）等地，向西南进发，以寻求通往身毒的道路，结果都为各地方的少数部族所阻，终不能通。但是这一次探路，为尔后通“西南夷”奠定了基础。公元前2世纪末，汉武帝毕竟完成通“西南夷”的事业，在今四川西南部及云贵一带设置郡县。《史记·西南夷列传》和《汉书·地理志》等记载了当时西南地区的一些地理知识。

元狩四年（公元前119年），张骞第二次通西域，主要是联络乌孙，夹攻匈奴。这次出使，不仅随员、物质成倍增加，而且还带着许多“持节”副使同行，以便沿途派往各地；同时形势也发生了变化，汉朝已赢得了对匈奴战争的胜利，通往西域的咽喉要地——河西走廊，已经在汉的统治下。所以，张骞一行顺利到达乌孙，并把副使分别派往大宛、康居、大月氏、大夏、安息和身毒、于阗、扜弥等国。元鼎二年（公元前115年），张骞回到长安，汉武帝拜他为大行。第二年，张骞因病去世。但他分遣的副使都圆满地完成任务，和各国所派的使节一道回到汉朝。从此，汉同西域、西亚各国建立了友好关系。

张骞通西域的地理意义是非常重大的，它丰富了中国人民的地理知识，开阔了中国人民的地理视野，使中国人对西方的认识，在陆上至少已达到罗马的东缴。《史记·大宛列传》主要是根据张骞的报告写成的，书中对西域各国的地理位置、经济性质、人口、兵力、风俗、物产、贸易等都有所记载，如它记载大宛：“其俗土著，耕田，田稻麦。有蒲陶酒。多善马，马汗血，其先天马子也。有城郭屋室。其属邑大小七十余城，众可数十万。其兵弓矛骑射。其北则康居，西则大月氏，西南则大夏，东北则乌孙，东则扜弥，于阗。”这是我国文献对费尔干纳盆地地理情况的最早记载。书中还对西域水系等自然因素有

极粗略的认识，如它记载“于阗之西，则水皆西流，注西海；其东水东流，注盐泽。盐泽潜行南下，其南则河源出焉”。西海指咸海，盐泽即罗布泊。这种认识对后代影响极大。

张骞通西域，开辟了著名的“丝绸之路”，加强了中原和西域少数民族的联系，发展了汉朝与中亚、西亚各国人民的友好关系，促进了东西经济文化的交流，对人类文明产生了深远的影响。中国的丝绸、养蚕术、漆器、铁器和冶铁术等相继传到波斯、印度等地。汉朝的先进文化，也对西域各族产生了相当大的影响。另一方面，一些优良马种和葡萄、苜蓿等植物则从西域引进中原。

张骞通西域，历经艰难，历时10余年。他刚毅坚强的性格和胸襟开阔、待人诚恳的宝贵品质，深受各族人民爱戴。他去世后，汉朝派出的使者“皆称博望侯”，汉使所到之处备受信任和欢迎。他的封号，成了汉朝使者的美称。

【赵过】

赵过，汉武帝时（公元前140～前87年）人。籍贯、生卒年不详，农学家。

关于赵过的家世和个人经历都知之甚少。大约在汉武帝征和四年（公元前89年），他被任命为搜粟都尉。《汉书·食货志》记载了有关他在农业生产动力、技术和工具三个方面的创造和贡献。

“过能为代田，一畮（亩）三甽（同畎）。岁代处，故曰代田。古法也。”这段记载，扼要说明了代田的由来和特点。“古法”就是春秋战国时盛行的“畎亩法”。《国语·周语》“韦昭注”解释说：“下曰畎，高曰亩。亩，垄也。”“一亩三甽”就是在一亩地里作三条沟、三条垄。“岁代处”指的是沟和垄的位置每年互换。清代程瑶田《沟洫疆理小记》说：“代田者，更易播种之名。甽播则垄休，岁岁易之，以畎代垄，以垄处畎，故曰岁代处也。”这可使土地部分利用和休闲轮番交替，在肥料不足情况下使地力能得到自然恢复和增进。其栽培管理也比“甽亩法”有很大改进，“播种于甽中。苗生叶以上，稍耨垄草，因隤其土以附苗根……苗稍壮，每耨则附根，比盛暑，垄尽而根深，能风与旱”。我国北方黄河流域旱农地区，雨量少，尤其春旱多风。沟里能保持住一定的温度和水分，将种子播种在内，有利于出苗；幼苗出土后，在沟里也可减少叶面蒸发，使生长健壮；中耕除草时，将垄上的土培壅在作物根部，直至垄平为止，这样作物根部深下，能吸收更多水分，则可耐风、旱和抗倒伏。因此，代田的增产效果显著，“用力少而得谷多”，“一岁之收，常过缦田（没有甽亩的平作田）亩一斛以上，善者倍之”。赵过所掌握的代田法，是从前辈农民那里学来，而加以改进和提高的。他推广代田法时，组织工作做得很细致，有计划、有步骤。首先，在“离宫”（正式宫殿之外别筑的宫室）内空地上试验，证实确比“旁田”多收一斛以上；其次，对县令长、乡村中的“三老”、“力田”和有经验的老农进行技术训练，“受田器，学耕种养苗状”，再通过他们把新技术逐步推广出去；第三步，先以公田和“命家田”作为重点推广，然后普遍开展。“是后边城、河东、弘农、三辅，太常民皆便代田”。代田法

为黄河流域旱作地区防风抗旱的多种农法之一，不仅对于恢复汉武帝末年因征战、兴作，而使用民力过甚，致使凋敝的农村经济起过一定的作用，而且对后世农业技术的发展也有深远的影响。

“其耕耘下种田器，皆有便巧”，与推广代田法的同时，赵过又大力推广牛耕，并发明了功效高的播种机——耧车，以适应代田整地、中耕和播种的需要。根据考古学和古文字学，我国牛耕虽起源于商代，但在战国以前一直没有得到多少发展，到汉武帝初年，牛耕也只限于富豪之家，一般农民仍主要使用木制或铁制耒耜。赵过推广的牛耕为“耦犂”，“二牛三人”，即操作时，二牛挽一犁，二人牵牛，一人扶犂而耕。东汉时这种耕作法推广至辽东，开始时也是“两人牵之，一人将之”。解放前，云南宁蒗纳西族仍留传的二牛三人耕作法，在耕地时，一人牵着合了犋的两头牛，后面一人扶犂，中间一人压犂辕以掌握耕地深度。二牛三人耕作法反映了牛耕初期时的情形，因为那时驾驭耕牛技术还不熟练，铁犂构件和功能也尚不完备。赵过还总结劳动人民经验并吸收前代播种工具的长处，发明了三脚耧车。东汉崔寔《政论》记载说：“三犂共一牛，一人将之。下种輓耧，皆取便焉。”三脚耧，即耧车，下有三个开沟器，播种时，用一头牛拉着耧车，耧脚在平整好的土地上开沟进行条播。由于耧车把开沟、下种、覆盖、镇压等全部播种过程统于一机，一次，完工，既灵巧合理，又省工省时，故其效率达到“日种一顷”。三脚耧车系从独脚耧、二脚耧发展而来。独脚耧大约起源于铁制农具比较普遍使用的战国时期。在我国农业史上像赵过这样有独特创造和贡献的高级农业官员是不多见的。

【落下闳】

落下闳，字长公。西汉巴郡阆中（今四川阆中）人。生卒年不详，活跃于公元前 100 年前后，天文学家。

西汉建立初始，仍沿用秦代历法，即颛顼历。至汉武帝元封年间（公元前 110—前 105 年），历经 100 余年，误差积累已很明显，出现朔晦月见等实际月象超前历谱的现象。另外，按当时的推算，元封七年（公元前 104 年）十一月甲子日的夜半，恰逢合朔和冬至，合乎历元要求。于是，太史令司马迁等人上书建议改历。汉武帝同意，并下诏广泛征聘民间天文学家。落下闳在同乡谯隆的推荐下，从四川来到京城长安参加改历工作。

在改历过程中，曾发生激烈的争论。民间天文学家落下闳与邓平和唐都等 20 多人以及官方的公孙卿、壶遂和司马迁都各有方案，相持不下，最后形成了 18 家不同的历法。经过仔细比较，汉武帝认为落下闳与邓平的历法优于其他 17 家，遂予采用，于元封七年颁行，并改元封七年为太初元年，因而新历又称为太初历。

太初历在行用后，受到包括司马迁、张寿王等人的反对，张寿王甚至提议改回到殷历。然而孰优孰劣，还要以实测为准。为此朝廷组织了一次为期 3 年的天文观测，同时校验太初历和古六历的数据，结果表明，太初历更为符合天象。从此太初历便站稳了脚跟，而且一直使用了将近 200 年（公元前 104—84 年）。

为表彰落下闳的功绩，汉武帝特授以侍中之职，落下闳却辞而不受，隐居于落亭。

太初历仍用十九年七闰的置闰法，但取 $29\frac{43}{81}$ 日为一朔望月，由于分母为 81，所以太初历又称八十一分法。它在很多方面超越颛顼历，归纳起来主要有：

（1）太初历采用夏正，以寅月为岁首，与春种秋收夏忙冬闲的农业节奏合拍。

（2）太初历规定以无中气之月为闰月。在二十四个节气中，位于奇数者，即冬至、大寒、雨水、春分、谷雨、小满、夏至、大暑、处暑、秋分、霜降、小雪，又叫做中气。凡阴历月中没有遇到中气的，其后应补一闰月。这种方法显然要比以前的年终置闰法更为合理。

（3）为制历需要，落下闳亲自制造了一架符合他浑天观点的观测仪器，即浑仪。据推测，落下闳的浑仪由赤道环和其他几个圆环同心安置构成，直径 8 尺。有的环固定，有的则可绕转，还附有窥管以供观测。

（4）通过实际天文观测，并参阅历代积累的天文数据，太初历第一次记载了交食周期，为 135 个朔望月有 11.5 个食季，即在 135 个朔望月中太阳通过黄白交点 23 次，可知 1 食年 = 346.66 日，比现代测量值大不到 0.04 日，循此规律可预报日月食。太初历所测五星会合周期与现代测定值比较，误差最大的火星为 0.59 日；误差最小的水星，相差仅仅 0.03 日，已属不易。另外，作为基本数据，落下闳测定的二十八宿赤道距度（赤经差），一直沿用到唐开元十三年（公元 725 年），才被一行重新测定的值所取代。

可以说太初历具备了后世历法的主要要素，如二十四节气、朔晦、闰法、五星、交食周期等，是我国现存第一部完整的历法。

出于政治原因，太初历的朔望月数值特意附会 81 这个数字，使得精度反而低于颛顼历。

【召信臣】

召信臣，字翁卿。九江郡寿春（今安徽寿县）人。生卒年不详，活跃于西汉初元至竟宁年间（公元前 48～前 33 年）。

召信臣以明经甲科（汉代考试取士，分甲、乙、丙三科）出身任职郎中，后出补谷阳长，又举高第（考核优秀者称高第）迁上蔡长。他在任期间爱护人民，得到百姓称颂。升任零陵太守，因病归家。病愈后征为谏议大夫，又迁任南阳太守。他和在谷阳、上蔡时一样，一心为民。他工作勤奋，又很有方略。“好为民兴利，务在富之”。他经常深入乡村，鼓励农民发展生产。出入田间，有时就在野外休息，难得有安居之时。他巡视郡中各处水泉，组织开挖渠道，兴建了几十处水门堤堰，灌溉面积逐年增加，最后多达 3 万顷。百姓因之富足，户户有存粮。召信臣还大力提倡勤俭办理婚丧嫁娶，明禁铺张。对于有些游手好闲、不务农作的府县官员和富家子弟，则严加约束。使南阳郡社会风气极好，人人勤于农耕。以前流亡在外的百姓纷纷回乡，户口倍增。而盗贼绝迹，讼案也几乎没有。郡中百姓对召信巨非常爱戴，称召信臣为“召父”。荆州刺史

（当时南阳郡归属荆州刺史部）上报召信臣为民兴利，全郡殷富。朝廷赐金奖励，迁召信臣为河南太守（河南郡治今洛阳市东20公里）。召信臣一如既往，治行考核常常都是第一等，又多次升级受奖。竟宁元年（公元前33年）被征为少府，列九卿之一。多次上疏，奏请裁减乐队、戏班等糜费之项，不再大事修缮偏远宫馆。当时已经利用温室在冬天种植葱、韭等蔬菜，供宫中享用。召信臣认为这些都是"不时之物，有伤于人"，也奏议裁撤。每年省钱数千万。后召信臣卒于官。

在召信臣主持兴建的南阳水利工程中，最有名的是六门堨和钳卢陂。六门堨又叫穰西石堨，在今河南邓县城西1.5公里。它壅遏汉水的二级支流湍水（流入汉水支流淯水，今白河），形成水库。最初设3处水门引水，元始五年（公元5年）增加到6处，所以叫六门堨。水由水门分出后，沿途形成29个陂塘，形成"长藤结瓜"式灌溉系统。可以灌溉穰县（今邓县）、新野、涅阳（今邓县东北）3县5000多顷农田。这一带水利历史上经过多次兴废，明代末年才完全废弃。钳卢陂在邓县城南30公里，号称灌田万顷，废于清代前期。

召信臣不仅大力兴修水利工程，也注重管理。他"为民作均水约束，刻石立于田畔，以防分争"。由于建设与管理并重，使得南阳水利得以长盛不衰，呈现一片兴旺景象。东汉张衡在《南都赋》中，生动地描绘了南阳水利的盛况："于其陂泽，则有钳卢、玉池、赭阳、东陂，贮水渟湾，亘望无涯。……其水则开窦洒流，浸彼稻田。沟浍脉连，堤塍相輑。……其原野则有桑漆麻苎，菽麦稷黎。百谷蕃庑，翼翼与与。"继召信臣之后，东汉建武七年（公元31年）任南阳太守的杜诗同样重视发展农业，"修治陂池，广拓土田，郡内比室殷足"。他还发明了在水利机械史上有重大意义的"水排"，用以鼓风炼铁，冶铸农具。二人被百姓并称为"前有召父，后有杜母"。

元始四年（公元4年）汉平帝诏令各地推举为民谋利的已故官员士绅，以行祭祀，九江郡推选了召信臣。《汉书》中，两次将召信臣列为西汉"治民"的名臣之一，可见在当时召信臣也已声名卓著。清代齐召南评述说：召信臣对南阳的贡献足以和李冰对四川（修都江堰），史起对鄴县（引漳灌溉）的贡献相媲美。

【氾胜之】

氾胜之，西汉山东人。生卒年不详，农学家。

氾胜之的先人本姓凡，在秦统一中国的过程中，为躲避战乱，举家迁往氾水，因此改姓氾。氾水是济水支流，位于今山东曹县北20公里和定陶县分界处。

氾胜之生平事迹不详。只知他在汉成帝（公元前32—前7年在位）时，出任议郎。他曾在包括整个关中平原的三辅地区推广农业，教导种植小麦，而且颇有成效，许多热心于农业生产的人都前来向他请教，关中地区的农业因此取得了丰收。他本人也可能是因为推广农业有功，由议郎提拔为御史。在总结农业生产经验的基础上，氾胜之写成了农书18篇，这就是《氾胜之书》。

关中地区有着悠久的农业传统，是古代农业最为发达的地区。尧、舜的农师，周人的祖先后稷（弃）就诞生在这块土地上，以后重农一直为周王朝的基本国策。战国末期，秦国便是凭藉关中雄厚的经济实力，完成了统一大业。西汉建立以后，也非常重视关中地区的农业，兴修了一些著名的水利工程。到汉武帝统治时期，先是采纳董仲舒的建议，在关中地区推广种植冬小麦，后又任命赵过为搜粟都尉，在关中地区推行代田法和改良农器。就在赵过之后约60年，氾胜之也踏上了与赵过相同的路。

氾胜之继承了前人的重农思想，认为粮食是决定战争胜负的关键，谷帛是统治天下的根本。他主张备荒，把稗草和大豆列为备荒作物，倍加注意。

氾胜之不仅在思想上重农，而且还身体力行，进行了区田法的试验，列入此项试验的主要作物有禾、黍、麦、大豆、荏、胡麻、瓜瓠、芋等作物，目的在于将扩大耕地面积和提高单位面积产量结合起来。因为关中地区，经过数千年的开发，许多良田沃土早已得到利用，剩下的一些荒地，如山地、丘陵、陡坡等，一般倾斜坡度较大，利用起来有一定的困难。随着人口的增加，就出现了人多地少的矛盾，无地可耕的农民，转而从事工商业，成为农业的异化，这是当时一个较为严重的社会经济问题。如何解决关中地区地少人众，以及由此而引起的弃农经商的问题，成为西汉政府煞费苦心的大事。为此，政府曾经多次将官家直接掌管的苑囿、公田、池田等假借给贫民，但这对于问题的解决毕竟是有限的。氾胜之的区田法试验表明，区田以粪气为美，非必须良田也。诸山陵、近邑高危倾阪及丘城上，皆可为区田。区种，不先治地，便荒地为之。在区田法试验的基础上，氾胜之还总结了一系列的作物栽培技术。他将自己收至亩40石的试验结果上奏到朝廷，冀望有助于解决当时关中地区人多地少的矛盾。出于同样原因，氾胜之还提出于桑、黍混播的集约栽培法。

据《汉书·艺文志》记载，从先秦到汉末有农书一共是9家，114篇。其中有《神农》20篇，《野老》17篇，《宰氏》17篇，《董安国》16篇，《尹都尉》14篇，《赵氏》5篇，《氾胜之》18篇，《王氏》6篇，《蔡癸》1篇。

“氾胜之十八篇”即《氾胜之书》，此书在《隋书·经籍志》及《新唐书·艺文志》、《旧唐书·经籍志》和宋代郑樵的《通志》中都有著录，以后失传，只有《齐民要术》、《太平御览》等北宋以前的古书摘录了此书中的内容，因此，被部分地保留下来。经19世纪前半期洪颐煊、宋葆淳、马国翰，20世纪50年代石声汉、万国鼎等先生的辑集之后，得到了约3700字，这就是今天见到的《氾胜之书》。

现存《氾胜之书》主要包括耕作总原则，耕作的具体方法，12种作物的栽培方法，诸如选种、播种、栽培、收藏等各个细节。此外，还有溲种和区种两项新内容。

《氾胜之书》说：“凡耕之本，在于趣时，和土，务粪泽，早锄早获。”“耕之本”即耕作的基本法则。“趣时”，即不误农时，要求选择最佳的耕作时期，这个要求贯穿于耕作栽培的每个环节。以耕为例，氾胜之非常强调“耕得其时”，以达到事半功倍的效果，他还从

正反两个方面阐述了得时与失时的利害关系。所谓"耕得其时"，必须以土壤和气候条件为依据，以抢墒为目的。《氾胜之书》在强调"慎无早耕"的同时，再三提到"有雨即耕"。为了做到耕得其时，《氾胜之书》不仅采用了传统的物候方法，还创造了土壤测量的方法，这种方法即在立春前，用一根长1.2尺的木棒，将其中1尺埋入土中，地面上露出0.2尺，立春以后，土壤松散，将露在地面上的0.2尺埋没，此时可将地里的树根、草根拔掉。这就把耕得其时建立在较为科学的基础上，比单纯的物候方法又进了一步。为了趣时，《氾胜之书》依据土壤和气候（特别是雨水）对每种作物的播种期都有较明确规定。"和土"，即利用耕、锄、平摩、蔺践等方法，消灭土块，使"强土而弱之"、"弱土而强之"，以保持土壤松软细密。"务粪泽"，即施肥和灌溉，保持土壤的肥沃与水分。《氾胜之书》记载了基肥、种肥和追肥3种施肥方法。基肥结合整地起到"和土"的作用，主要用之于枲、芋、瓠等作物；另外，耕田之前，所生之草，翻耕在土中。这种绿肥实际上也起着基肥的作用，所谓"草秽烂，皆成良田"。种肥结合播种，可起到防虫、御旱、忍寒的作用，主要用于禾麦等粮食作物。溲种实际上也是使用种肥的方法。追肥则是结合田间管理，以促进作物生长，主要用于种麻。这是中国文献上有关追肥的最早记载。肥料的种类主要有动物粪便，如蚕屎、羊屎、人粪尿、绿肥等等，对于用肥量也有记载。在灌溉方面，《氾胜之书》记述了作物的灌溉次数和用水量，特别值得提出的是水温调节法和地下灌溉法。水温调节法，主要用于种稻，即水稻生长初期，对水的温度要求较高，可将稻田的出水口和进水口，安排在田边的同一侧，使水在田的一边直线穿过，整田的水流动不大，保持原有水温。夏至后，水温过高不利水稻生长，可将出水口和进水口错开，水流斜穿过田面，田中的水换动较大，从而相对地降低水温。另外，用井水浇麻，可以将汲起的井水在太阳下晒一晒，以提高水温。地下灌溉法主要用于种瓜，方法是将一口容积为三斗的瓦瓮埋在四棵瓜苗中间，瓮口与地面平，瓮中盛满水，然后用瓦盖住瓮口，水减少了又添加，经常保持瓮中水满。这种方法通过瓮的渗透作用，可使作物得到均匀的水分供给，减少地面蒸发，提高水的利用率，特别适用于干旱的北方。灌溉的目的在于保墒，而合理的耕作方法也具有同样的作用，"趣时"、"和土"就具有这个意义，"早锄"也不例外。"早锄"的目的，一是消灭杂草，二是防止天然蒸发。锄还与间苗、培土结合起来，具有多方面的作用。因此，《氾胜之书》中非常重视锄，要求早锄，多锄、锄小、锄了。锄的方法有锄、耧、蔺、曳、拔、铲、刈等。"早获"，可以避免落粒、防止发芽、减少不利天气造成的损失。《氾胜之书》中具体论述了收获大豆、禾、麻、瓠等的方法。指出当豆荚已变黑，而豆茎仍然呈青色的时候就该收获；如果等到豆粒要掉落的时候才收，就要受损失。所以说，大豆是在谷场上成熟的。收禾也一样，只要有一半熟了，或者是芒已张开，叶已发黄，就应很快收割，苴麻（雌株大麻）和瓠在初霜的时候就该收，而枲麻（雄株大麻）则在穗上花粉放散如灰末时就要拔

起来。

《氾胜之书》列有12种作物的栽培技术。这12种作物中，粮食有黍、谷、宿麦（冬小麦）、旋麦（春小麦）、水稻、小豆、大豆；油料有苴麻和荏（油苏子）；纤维有枲麻和桑树；蔬菜有瓜、瓠、芋等。每种作物都记载了具体的栽培方法，这些技术又都贯彻了“趣时，和土、务粪泽、早锄、早获”的原则。如《氾胜之书》对于作物的播种期、播种量、播种方法、播种密度、播种深度、覆土厚度等都依据作物种类、土壤肥瘠和气候条件（主要是雨水）等作了明确的规定。此外，还提出了麦、禾、瓠的选种方法，禾、黍的防霜露方法，瓠的嫁接方法等。《氾胜之书》中提出的选种标准就是“大”。认为大种结大果，以瓠为例，如果以容纳一斗的瓠为种，可收到容纳一石的瓠；以容纳一石瓠为种，可收到容纳十石的瓠。因此，选种必须求大。为了求得大种，《氾胜之书》提出了利用嫁接，以求结出特别大的瓠的技术，即种瓠子10颗，在长到2尺多时，便用布和泥把这10颗捆在一起，使其合为一茎，留下强茎，其余掐去，引蔓藤结瓠，初生的3个瓠去掉，留第四、五、六三个就够了，再用马鞭打掉蔓心，不让它再向前生长，以免果实结多了变小了。至于收麦种、禾种，《氾胜之书》则提出穗选法，即在禾麦成熟之后，选择穗又大又强，或又高又大的为种。这是中国文献上关于穗选法的最早记载。禾、黍防霜露法，即在打霜下露时节，天亮之前，用一根绳两人相向各执一端，拉去禾黍上的霜露，以避免霜露危害。

《氾胜之书》中最引人注目的是区种法和溲种法。区种法，又叫区田法，其基本原理就是“深挖作区”，在区内集中使用人力物力，加强管理，合理密植，保证充分供应作物生长所必需的肥水条件，发挥作物最大的生产能力，提高单位面积产量，同时扩大耕地面积，把耕地扩展到不易开垦的山丘坡地。《氾胜之书》先用一亩地为标准对区田法作了一般性的介绍，然后又根据作物的种类和土地的肥瘠对区田作了具体的说明。区深和区间距离一般为一尺。但区深往往因作物而异，从0.5尺到3尺不等，大致上植株大而蔓长根深，或是块根作物要求深，植株较小的须根作物要求则相对浅些。区间距离则因土地而异，从0.9尺至3尺不等，土地肥则小些，瘠则大些，与种植密度有一定的联系。溲种法即将兽骨骨汁、缲蛹汁、蚕粪、兽粪、附子、水或雪汁，按一定比例，和成稠粥状，用以淘洗种子，经过淘洗的种子看上去像麦饭粒，然后再播种。氾胜之认为，溲种可以防虫、抗旱、施肥，保证丰收。实验表明溲种可以起到种肥的作用，以供应幼苗期根系生长所急需的养分，促进根系发达，提高抗旱能力。

氾胜之致力于农业推广和农学研究，他写作的农书在汉朝就享有盛誉。东汉经师，如郑玄在注经时，就一再引用《氾胜之书》。例如《周礼·地官·草人》注：“土化之法，化之使美，若氾胜之术也。”又《礼记·月令》有孟春之月“草木萌动”注：“农书曰：土长冒橛，陈根可拔，耕者急发”。孔颖达《礼记正义》说：“郑所引农书，先师以为氾胜之书也。”所以唐贾公彦《周礼疏》说：“汉时农书有数家，氾胜为上。”

《氾胜之书》也是现存最早的一部农书。《汉书·艺文志》所载的9家114篇，除该书以外，其他都早已失传。今之所存先秦农学典籍只有被列入杂家的《吕氏春秋》中的《上农》、《任地》、《辨土》、《审时》四篇农学论文。

《氾胜之书》总结了北方旱作农业技术，对传统农学产生了深远的影响。《齐民要术》直接引用前人的著述，以《氾胜之书》为最多。此外，该书所记载的一些农业技术，也为后来的农书所继承和发展。如《四民月令·正月》就继承了此书中椓橛木测土壤定春耕的方法；又《齐民要术》不仅摘录了很多关于区种法的文字，还记载了西兖州刺史刘仁之进行区田试验，取得好收成的事例，以证实"顷不比亩善"的观点。的确，在《氾胜之书》的影响下，历史上做过区田试验的人很多，有的还写下了实验报告和论著，据王毓瑚《中国农学书录》的统计，在氾书之后，有关区田的著作有13种之多，曾有人将这些书辑为《区种五种》和《区种十种》出版。区田法的影响还不止于此，金代曾以行政力量，在黄河流域推行。明清时代也有不少人倡议实行。现代陕西、山东等地所采用的"掏钵种"或"窝种"，其原理与区田法是一致的。《氾胜之书》所提出的耕作总原则对于北方旱作农业仍起着指导作用。

《氾胜之书》不仅提出了耕作的总原理和具体的耕作技术，还列举了十几种作物具体的栽培方法，奠定了中国传统农学作物栽培总论和各论的基础，而且其写作体例也成了中国传统综合性农书的重要范本。从《齐民要术》到《农桑辑要》、《王祯农书》，再到《农政全书》、《授时通考》莫不如此，凡此种种足以证明氾胜之对中国农学的贡献。

【杜诗】

杜诗，字公君。河内汲县（今属河南）人。生年不详；东汉建武十四年（公元38年）卒于南阳郡（今河南南阳），善治机械、农田水利。

杜诗青年时期就才能出众，在河内郡（今河南武陟西南）任吏员时，人们赞扬他处事公平。光武帝初年，为侍御史。当时将军萧广放纵士兵，在洛阳民间为非作歹，老百姓惶恐不安。杜诗通告萧广约束部下，萧广不予理睬。杜诗下令按法诛萧广，并将经过情形向上汇报，得到表扬。光武帝见他能干，又派他去河东郡（今山西夏县西北）诛剿降汉复又叛变的杨异等人。杜诗到了大阳（今山西平陆西南，属河东郡），听说杨异率部下企图北渡，立即派人设法焚烧掉他们的渡船；另又派人收服河东郡的地方军，并进行突然袭击，终于歼灭杨异等人。杜诗被迁为成皋（今河南荥阳氾水镇）令，任职3年，政绩斐然。再迁为沛郡（今安徽濉溪县西北）都尉，转汝南（今河南平舆县北）都尉，"所在称治"。建武七年（公元31年），杜诗迁升为南阳郡太守。在南阳郡任职7年，"政治清平，以诛暴立威，善于计略，省爱民役"，"政化大行"。在此期间，他还做了两件在科学技术史上有意义的事：一是兴修水利；一是制做水排。建武十四年病死，身后"贫困无田宅，丧无所归"。最后由朝廷赐赙才得以丧葬。

秦汉时期，长江流域的灌溉以汉水

支流唐白河地区的发展最为显著，而唐白河的灌溉又以今河南的南阳、邓县、唐河、新野一带较为发达。唐白河地区为浸蚀，冲积平原，年降雨量约900毫米左右，气候温和，适于作物生长。这里开发较早，到西汉中期经济已相当发达。农田水利在西汉后期有突飞猛进的发展。元帝时（公元前48—前33年），南阳太守召信臣对此地的水利和农业生产有特殊贡献，因而受到当地百姓的拥戴，被誉为“召父”。东汉时期，南阳水利事业进一步兴盛，杜诗在这方面也作出了很大成绩，促进了当地农业生产的发展。史载，杜诗“修治陂池，广拓土田，郡内比室殷足”。

所谓“水排”，就是利用水力推引鞲鞴鼓风的器具，用于冶金。生铁的早期发明，是中国对世界冶金技术的杰出贡献。要获得液态生铁，需有较高的炉温。有风就有铁，鼓风技术对于生铁冶铸的发展有着极重要的意义。《礼记》说：“良冶之子，必学为裘。”从商周以来，都用皮囊鼓风，子继父业，年轻工匠必须学会缝制皮囊的技巧。说明早期冶铸匠师高度重视鼓风器具的制做。鼓风装置由人力驱动（人排）发展到用畜力和水力驱动（马排、水排），是东汉冶铁技术的重大创新。由于杜诗的倡导，水排至迟在公元1世纪上半叶于南阳地区已较多地使用。《后汉书·杜诗传》说杜诗“造作水排，铸为农器，用力少，见功多，百姓便之”。水排的功效不仅比人排，就是比马排也高得多，《三国志·魏志，韩暨传》写道：“旧时冶作马排，每一熟石，用马百匹。更作人排，又费功力。暨乃以长流为水排，计其利益，三倍于前。”鉴于杜诗的功绩，南阳老百姓把他比之召信臣，说：“前有召父，后有杜母。”元代《王祯农书》详细记述了立轮式和卧轮式水排的形制，并绘有图形。

【王景】

王景，字仲通。乐浪郡䛁邯（今朝鲜平壤西北）人。东汉建武六年（公元30年）前生；约建初八年（公元83年）后数年卒于庐江（治今安徽庐江西南）。

王景祖辈原居琅邪郡不其县（今山东即墨西南）。八世祖王仲好道术，以善观天象知名。吕后当政时，汉高祖刘邦之孙刘襄、刘兴居谋反，先后就起兵一事求教王仲，刘兴居还要求王仲统兵。王仲不愿受此事牵连，便举家渡海到乐浪避居。王景父王闳，是郡中三老。更始之乱中，当地人王调杀乐浪太守刘宪，自封为大将军、乐浪太守。建武六年（公元30年）光武帝刘秀派王遵讨伐王调。王闳与曹史、杨邑等杀王调、迎王遵有功，受封列侯。只有王闳坚辞不受，光武帝“奇而征之”。但王闳在中途病故。

受家庭影响，王景少年时期就开始学习《周易》，并博览群书，特别喜欢天文数术之学。他工于心计，多才多艺。大约在光武帝后期或明帝初期（公元58年前后）任司空属官。永平（公元58—76年）初年，有人推荐王景善于治水，汉明帝于是令王景与王吴一起疏浚浚仪渠成功。永平十二年（公元69年）王景又受命主持大修水运交通命脉汴渠和黄河堤防，功效卓著。永平十五年（公元72年）明帝拜王景为河堤谒者。建初七年（公元82年）迁任徐州刺史。次

年又迁庐江太守并卒于任上。

王景进行的治水工作，现存记载相当简略。他配合王吴疏浚浚仪渠（可能是汴渠的开封段）时，王吴采用王景建议的“墕流法，水乃不复为害”。“墕流法”可能是在渠旁设立的滚水堰，可控制渠内水位，从而保护渠堤安全。永平十二年开始的汴渠大修工程，可追溯到西汉平帝时（公元 1—5 年）。当时黄河、汴渠同时决口，拖延未修。汉武帝建武十年（公元 34 年），才打算修复堤防，动工不久，又因有人提出民力不及而停止。后汴渠向东泛滥，旧水门都处在河中，兖、豫二州（今河南、山东一带）百姓怨声载道。永平十二年，汉明帝召见王景，询问治水方略。王景全面分析了河汴情形，应对精辟，明帝大为欣赏。加上王景曾经配合王吴成功地进行过浚仪渠工程，于是赐王景《山海经》、《河渠书》、《禹贡图》等治河专著，于该年夏季发兵夫数十万人，以王吴为王景助手，实施治汴工程。王景亲自勘测地形，规划堤线。先修筑黄河堤防，从荥阳（今郑州北）到千乘海口（今山东利津境内），长千余里，然后着手整修汴渠。汴渠引黄河水通航，沟通黄河、淮河两大流域，是始于战国时期的重要水运通道。它从郑州西北引黄河，经过开封、商丘、虞城、砀山、萧县，至徐州入泗水，再入淮河。由于黄河溜势经常变化，如何保持取水的稳定是一大难题。汴渠位于黄河以南平原地区，黄河南泛时往往被冲毁。黄河汛期时，引水口控制不好，进入渠内的水过多，汴渠堤岸也有溃决危险。王景在对汴渠进行了裁弯取直、疏浚浅滩、加固险段等工作后，又“十里立一水门，令更相洄注，无复溃漏之患”。全部工程在次年夏天完工。虽然王景注意节省费用，耗资仍达 100 多亿钱。明帝在完工后亲自沿渠巡视，并按照西汉制度恢复河防官员编制。王吴等随从官员，都因修渠有功升迁一级，王景则连升三级为侍御史。

永平十五年，王景随明帝东巡到无盐（今山东汶上以北约 15 公里）。明帝沿途目睹其治水成就，深为赞赏，又拜王景为河堤谒者。

建初七年，王景迁徐州刺史，次年又迁庐州太守。当时庐江一带，百姓尚未采用牛耕技术，虽然土地不缺，但因人力有限，粮食常苦不足。境内有始建于春秋时期，由孙叔敖创立的芍（音却）陂（在今安徽寿县），方圆百余里，但多有废弛。王景组织百姓修复，并制定相应的管理制度，立碑示禁。又推广牛耕，大片土地得到开垦。王景还将养蚕技术教授给当地百姓，境内由是日益富庶。

王景的治河工程取得了很大的成功。工程完成不久，汉明帝颁诏中说：“今既筑堤，理渠，绝水，立门，河汴分流，复其旧迹。陶丘之北，渐就壤坟。”指出王景的工作恢复了黄河、汴渠的原有格局，使黄河不再四处泛滥，泛区百姓得以重建家园。

对王景治河的具体情况，后人见解不完全一致。尤其对“十里立一水门，令更相洄注”有多种解释。清代魏源认为是沿黄河堤防每 10 里建一座水门。民国时期李仪祉认为是沿汴渠每 10 里建一座水门，武同举认为是汴渠有两处引黄水门相距 10 里。近年来的研究认为：在黄河、汴渠沿堤每 10 里修建一座水门，

从工程量来说可能性很小，而且也无此必要。最可能的情形是在汴渠引黄处修建两处或多处引水口门，各口门间相隔10里左右，以适应黄河主流上下变动的情况。

王景治河的历史贡献，长期以来得到很高的评价，有王景治河千年无患之说。从史料记载看，王景筑堤后的黄河经历800多年没有发生大改道，决溢也为数不多，确是位置比较理想的一条河道。

从政之余，王景对卜筮，风水、数术之学都很有兴趣，还撰有专书。

【班固】

班固，字孟坚。扶风安陵（今咸阳）人。东汉建武八年（公元32年）生；永元四年（公元92年）卒。地理学家、史学家。

班固出身于世代仕宦家庭。曾祖父班况，成帝时为越骑校尉；祖父班稚，哀帝时为广平太守；父亲班彪，曾被光武帝拜为徐县令，后来专心于史籍研究，编写《史记·后传》数十篇，是东汉著名的史学家。班固从小受父亲治学思想的熏陶，“年九岁，能属文诵诗赋”，并且跟随在京做官的父亲，使他有机会在建武二十三年（公元47年）左右进入洛阳太学读书，得以博览群书，穷究九流百家之言。这样就为他以后撰写《汉书》奠定了坚实的基础。班固善于学习，“不为章句，举大义而已”。他学习不拘一格，能够向各种流派学习。他为人谦逊大度，平易近人，“性宽和容众，不以才能高人”，因此，深受学士们的爱戴。建武三十年（公元54年），班固的父亲班彪去世，班固也从太学回到故乡为父亲服丧。居忧期间，班固曾在永平元年（公元58年）向当时辅政的东平王苍上书，受到东平王的重视。在这一期间，班固开始整理他父亲的《史记·后传》。在整理过程中，他发现《后传》所述历史不够详备，于是决意要完成他父亲的未竟事业，开始在《后传》的基础上编写《汉书》。但他的这项工作开始后不久，明帝永平五年（公元62年），有人上书明帝显宗，告发他私自改作国史。随后他被捕，收入京兆狱，书稿全被抄走，送到洛阳。幸亏他的弟弟班超上书显宗皇帝，为他辩护，而郡官也为他上书，班固才得以出狱，他的才华遂被明帝发现。出狱后，班固被明帝调往校书部，封为撰修国史的“兰台令史”。经过这一番周折，班固才得以名正言顺地取得撰修国史的资格。等到他与陈宗等人合作完成“世祖本纪”以后，他又被升为郎官，任典校秘书。此后，班固花费20多年的心血，至章帝建初中期基本上完成了我国第一部纪传体的断代史《汉书》。自班固迁为郎官后，更加得到皇帝的重视。章帝时期，班固看到京师大兴土木，而关中父老犹望朝廷西顾，于是就上“两都赋”，“盛称洛邑制度之美，以折西宾淫侈之论”，受到章帝肃宗的赞赏，因此也更得章帝的宠幸。他多次被章帝召入宫廷侍读。章帝出巡，班固常随侍左右，奉献他创作的赋颂。朝廷大事，班固也常奉命发表意见，与公卿大臣辩论。他先后参加对西域和匈奴政策的论议。他实际上成为章帝的侍从和顾问。章帝建初三年（公元78年），班固升为玄武司马。建初四年（公元79年），章帝效法西汉宣帝石

渠阁故事，在白虎观召集当代名儒，讨论五经同异，并亲自裁决。班固以史官兼任会议记录，奉命把讨论结果整理成《白虎通德论》。章帝后期，班固辞官回乡为母亲服丧。和帝永元元年（公元89年），大将军窦宪远征匈奴，班固被任为中护军随行，参与谋议，主持笔墨主事。窦宪大败北单于，登上燕然山（今内蒙古自治区境内的杭爱山），由班固撰写了著名的燕然山铭文，刻石记功而还。班固与窦宪本来就有世交之谊，他进入窦宪幕府后，两人关系日渐近密。永平四年（公元92年），窦宪班师回朝后，在政争中失败，被迫自杀，班固也被免官。因班固的门人得罪过洛阳令种兢，班固也被洛阳令罗织罪名，逮捕下狱，于同年死在狱中，终年61岁。

班固是东汉名儒，著名的史学家。他年轻时就才华横溢，但在他56岁之前（明帝和章帝时期）职位很低，“位不过郎”。建初三年升为玄武司马，也不过是一个守卫玄武门的郎官中的小头目。在他一生的最后几年，虽因辅助窦宪远征有功，升为大将军中护军，但很快就下狱冤死。他一生仕途坎坷，很不顺利。但长期做掌管皇家图籍的郎官，使他有机会广泛阅读各种书籍，占有大量文史资料，从而完成了《汉书》，不仅为后世同类史书奠定了规模，而且奠定了他在中国古代地理学史中的独特地位。班固除给后世留下巨著《汉书》以外，他还写了大量的典引、诗赋、铭、颂等文章，在范晔（刘宋）写《后汉书》时尚存41篇，现在除《后汉书》中保留的三篇外，其余大多散失。班固的地理学成就主要体现在《汉书》中，尤其是《汉书·地理志》中。

班固的地理学成就有以下五个方面：

1. 开创了正史地理志的先例

在正史中专列《地理志》是从班固的《汉书·地理志》开始的。班固生活的时代是汉朝已建立了200多年之际，王朝空前统一和强盛，经济发达，版图辽阔，陆海交通发达。地理知识的积累远非《山经》和《禹贡》时代可比，社会生活和管理对地理知识的需要也空前迫切。地理撰述不再近则凭证实，远则凭传闻，而是国家掌握的各地方当局的直接见闻，乃至相当准确的测绘和统计了。记录大量实际地理资料的地理著作的出现虽是那个时代的要求，但是，在正史中专列《地理志》却是班固对后世的重大贡献。封建时代，一般的地理著作很难流传到今天，但正史中的《地理志》，在后世王朝的保护下，较易流传下来。班固在正史中专列《地理志》的作法，被后世大部分正史及大量的地方志所遵奉。这样就为我们今天保留了丰富的地理资料，为研究中国古代地理学史及封建时代的社会、文化史提供了重要条件。班固对正史《地理志》的开创之功不可忽视。

2. 开创了政区地理志的体例

班固《汉书·地理志》的结构内容共分三部分：卷首（从“昔在黄帝”至“下及战国、秦、汉焉”）全录《禹贡》和《周礼·职方》这两篇，并依汉代语言作了文字上的修改；卷末（从“凡民函五常之性”至卷终）辑录了以《史记·货殖列传》为基础的刘向《域分》和朱赣《风俗》；正文（从“京兆尹”至“汉极盛矣”）主要写西汉政区，以郡为纲，以县为目，详述西汉地理概况。这部分是以汉平帝元始二年（公元2年）

的全国疆域、行政区划为基础，叙述了103个郡国及所辖1578县（县1356，相当县的道29，侯国193）的建置沿革、户口统计、山川泽薮、水利设施、古迹名胜、要邑关隘、物产、工矿、垦地等内容，篇幅占了《汉书·地理志》的三分之二。正文这种以疆域政区为框架，将西汉一代各种自然地理和人文地理现象分系于相关的政区之下，从政区角度来了解各种地理现象的分布及其相互关系的编写体例，可以称之为政区地理志。这种体例创自班固，表现了他以人文地理为中心的新地理观。班固以前的地理著作，如《山海经》、《职方》等，一般都以山川为主体，将地理现象分列于作者所拟定的地理区域中，而不注重疆域政区的现实情况。《禹贡》虽然有了地域观念，以山川的自然界线来划分九州，分州叙述各地的地理。但“九州”仅是个理想的制度，并没有实现过。所以《禹贡》还不是以疆域、政区为主体、为纲领的地理著作。班固之所以形成以人文地理为中心的新地理观，除了他本人的原因之外，还因为他生活在东汉这个具体的历史时代。我国行政区划起始于春秋战国之际，但尚未有统一四海的封建国家出现。随后的秦代虽然一统天下，但历时很短。自汉朝廷立到班固生活的东汉，已经有了200多年长期稳定的历史，在疆域广袤的封建大帝国内，建置并完善了一套郡（王国）—县（邑、道、侯国）二级行政区划。长期实施的社会制度，促成了新地理观念的产生。班固的这种新地理观随着大一统观念的加强，随着重人文、轻自然、强调天人合一的中国传统文化精神的巩固而一起被长期继承下去。不但名正史地理志都以《汉书·地理志》为蓝本，而且自唐《元和郡县志》以下的历代全国地理总志也无不仿效其体例。班固的地理观及其《汉书·地理志》模式对中国古代地理学的发展产生了深远影响。一方面是为我国保留了一大批极有价值的人文地理资料，另一方面也妨碍了自然地理观念的发展。直到明末《徐霞客游记》问世之前，我国始终缺乏对自然地理现象进行科学描述和研究的专著，至多只有记录自然地理现象分布和简单描述的作品，往往还是像《水经注》那样以人文地理资料的记录为主。之所以出现这种情况，班固的地理观及其《汉书·地理志》模式的影响不能不说是其重要原因之一。

3. 开沿革地理之始

班固不仅在《汉书·地理志》中首创了政区地理志的模式，同时也完成了首例沿革地理著作。《汉书》虽然是西汉一朝的断代史，但《汉书·地理志》记述的内容超出西汉一朝。它“因先王之迹既远，地名又数改易，是以采获旧闻，考迹诗书，推表山川，以缀《禹贡》、《周官》、《春秋》，下及战国、秦、汉”。它是一部西汉的地理著作，又涉及到各郡国的古代历史、政区沿革等。比如，卷首写汉前历代疆域沿革，除全录《禹贡》、《职方》两篇外，班固还在《禹贡》前增以黄帝至大禹、《禹贡》与《职方》间加以大禹至周、《职方》后缀以周至秦汉的简略沿革，保持了汉以前区域沿革的连续性。又比如，卷末辑录了刘向的《域分》和朱赣的《风俗》，分述以秦、魏、周、韩、郑、陈、赵、燕、齐、鲁、宋、卫、楚、吴、粤（越）等故国划分的各地区概况，其中

沿革是重要内容之一。再比如，班固在正文中于政区地理的框架中纳入其他门类的地理现象，将其分系于各有关的郡国和县道之下，并主要采取注的形式叙述各郡国从秦代到王莽时的建置沿革。县一级政区并载明王莽的改名。班固在《汉书·地理志》中注重地理沿革的做法被以后的正史地理志、全国地理总志和大量的地方志所沿用，使后世的沿革地理著作成为中国古代地理学的重要部分。

4. 记录了大量的自然和人文地理资料

班固的《汉书》是我国西汉的断代史，其中记载了当时大量的自然和人文地理资料，尤其集中在其中的《地理志》以及《沟洫志》和《西域列传》等篇目中。例如，仅《汉书·地理志》的正文中就记载川渠 480 个，泽薮 59 个，描述了全国 300 多条水道的源头、流向、归宿和长度，是《水经注》出现以前内容最丰富的水文地理著作。正文中还记载有 153 个重要山岳和 139 处工矿物产位置分布情况；有屯田的记录；有水利渠道的建设；有各郡国及首都长安、少数重要郡国治所及县的户数和人口数统计资料 113 个，是我国最早的人口分布记录，也是当时世界上最完善的人口统计资料。书中有陵邑、祖宗庙、神祠的分布；有具有历史意义的古国、古城及其他古迹记录；有重要的关、塞、亭、障的分布以及通塞外道路的内容等。总之，《汉书》中所记载的自然地理、经济地理、人口地理、文化地理、军事交通地理等内容为今天研究汉代的社会提供了宝贵的资料。

5. 保存了宝贵的边疆地理资料

班固的《汉书》在《地理志》、《西域列传》等篇中记载了大量的边疆地理资料。西汉是我国历史上最强盛的王朝之一，幅员辽阔，交通、文化、经济发达。经过武帝时张骞的几次出使西域和汉军的几次出征，开通了丝绸之路；经过张骞等人的“通西南夷”，对当时西南地区有了一定了解。此外，西汉时对东南沿海、南海及印度洋的地理也有一定认识。这些在《汉书》中有丰富的记载。如《汉书·地理志》最早记载了一条从今徐闻西出发到印度南部和斯里兰卡的航海线，对沿途各地的地理现象做了记录。又如，《汉书·严助传》记载淮南王说闽越（即福建）的情况是“以地图察其山川要塞，相去不过数寸，而间独数百千里，阻险林丛弗能尽著。视之若易，行之甚难”。再如，《汉书·匈奴传》记载汉元帝时侯应上书说：匈奴“外有阴山，东西千余里，草木茂盛，多禽兽”。又说：“幕北地平，少草木，多大沙。”这些描述蒙古高原的内容说明汉代人们对边疆地理已有相当程度的认识，给我们今天留下了丰富的研究材料。

班固是我国东汉著名的学者，《汉书》中有关地理方面的记述是他根据档册进行抄录、编纂而成的，特别是《地理志》博采西汉以前的地理著作汇为一篇。著书的宗旨是“追述功德”，表彰汉朝使之“扬名于后世”，同时为当时行政管理服务。因此，地理的内容以政区沿革地理为框架，自然地理内容排在其次。这样以人文地理为主的地理观与中国传统文化精神一致，《汉书·地理志》的模式容易被后世的正史地理志、全国总志、地方志仿效，从而对中国古

代地理学的发展产生很大影响。班固所开创的《汉书·地理志》模式对后世沿革地理的蓬勃发展起了促进作用，但也阻碍了自然地理的进步；它记录了大量的人文和自然地理资料，但也阻碍了理论的发展，特别是自然地理学理论的发展。从《汉书·地理志》的内容来说，它是从事中国疆域政区沿革研究的基础，是研究我国疆域地理必读的书，是研究汉代地理必读的书。

总之，班固在沿革地理学的开创和地理资料的保存方面都是卓有成就的，他是中国封建社会颇有影响的历史地理学家。

【蔡伦】

蔡伦，字敬仲。桂阳郡耒阳（今湖南耒阳）人。约东汉永平四年（公元61年）生；建光元年（公元121年）卒。

蔡伦家乡地处长江以南湘水（今湘江）支流耒水流域，是米谷之乡。他出身于普通农民之家，从小随长辈种田。汉章帝刘炟（公元56—88年）即位后，派人至各郡县选聪明伶俐的幼童入宫。永平十八年（公元75年）蔡伦被选入洛阳宫内为宦者，时年约15岁。当时幼年宦者须习字读书礼，蔡伦因成绩优异，于建初元年（公元76年）任小黄门。此后他作为黄门侍郎而掌宫内外公事传达及引导诸王朝见、就座等事。蔡伦初入宫时，章帝妃宋贵人所生皇长子刘庆被立为太子。次年梁贵人又生皇子刘肇（公元79—105年）。正宫窦皇后因无子，遂指使蔡伦诬陷宋贵人“挟邪媚道”，逼令她自杀，太子刘庆被贬为清河王。窦后又指使人投“飞书”（匿名信）诬陷梁贵人，强夺刘肇为养子且立为太子，梁贵人忧死。章帝卒（公元88年）后，刘肇10岁登极为和帝，由窦太后临朝（公元89～97年）听政。蔡伦因替窦后尽力办事，即被拔升为中常侍，随侍幼帝刘肇左右，备顾问、掌理文书，凡下达诏命或百官奏章悉由其传递，能出入宫禁。此职权力极大，能参与军国机务，秩俸二千石，与九卿同等。中国历史上宦官干预国政，即始于此。

窦太后无视幼帝，愈益骄横，永平九年（公元97年）卒，和帝亲政，废其太后尊号。永元十四年（公元102年）和帝立邓绥（公元80～121年）为皇后，蔡伦旋即投靠邓皇后。他见邓后喜欢在纸上舞文弄墨，乃自请兼任尚方令。尚方令为少府属官，俸禄600石，主管御用刀剑及诸器物，与中常侍高位本不相称，蔡伦为投邓后所好，甘屈尊兼就此职。元兴元年（公元105年）和帝卒，邓后所生百日婴儿即位。不到两年幼帝再卒，邓后乃立13岁皇侄刘祜（公元94—125年）嗣位，是为安帝。刘祜为清河王刘庆之子，即位初期（公元105—121年）由邓太后柄政，故蔡伦又得重用。他不但是中常侍，且被太后封为龙亭侯，食邑300户，封地在今陕西洋县，从此进入贵族行列。封侯后不久，约于元初五至六年（公元118—119年）蔡伦又被提升为长乐太仆，相当于大千秋。从此他成为邓太后首席近侍官。他的特殊地位使他不但能随时与皇帝接近，还能与皇后、皇太后接近，受到满朝文武奉承。正当他权位处于顶峰时，建光元年（公元121年）邓太后卒。安帝亲政后，因蔡伦当初受窦后指使参与迫害其皇祖母宋贵人致死、剥夺皇父刘

庆皇位继承权，乃敕令廷尉审讯蔡伦。他自知死罪，遂自尽而亡。蔡伦一生在内廷为宦46年，先后因侍奉4个幼帝、投靠两个皇太后而节节上升，位尊九卿，身居列侯，然以惨死告终。他在这方面本不光彩，但他在兼管尚方时，却因作出推动手工业工艺发展的事而得以留名于后世。

蔡伦主管尚方期间，曾“监作秘剑及诸器械，莫不精工坚密，为后世法”。《后汉书·蔡伦传》中的这段话有近代考古发掘实物为证。当时所造器物在质量、性能及外观上确是精工坚密，堪为后世仿效。说明蔡伦在兼任工官时亦尽心尽职。尚方令这项工作使他对工业技术发生兴趣，他每有空暇即闭门谢绝宾客，亲至现场作技术调查，掌握了有关工业技术知识。他的创新精神，对发展当时金属冶炼、铸造、锻造及机械制造工艺方面起到不小的作用。此时制造的钢刀以炒铁为料，经多次锻打而成百炼钢。但他对工艺技术的最大贡献在造纸方面。先秦时中国书写纪事用的是竹简、木牍及缣帛。但简牍笨重，丝织物昂贵，均不便使用。随着社会经济及文化发展，需要廉价易得的新型材料取而代之，为此人们作了各种探索。

早在西汉（公元前206—公元25年）初就已有了用废旧麻绳头和破布为原料制成的麻类植物纤维纸。1986年甘肃天水市放马滩西汉墓中出土绘有地图的麻纸，年代为文帝、景帝（公元前179~前141年）之时。1957年西安市灞桥也出土不晚于武帝（公元前141~前87年）时的麻纸。另外，在陕西、甘肃其他地方所出土的西汉麻纸，可用于包装和书写，确是简牍、缣帛的理想代用品。东汉定都洛阳后，西汉麻纸技术得以继续发展。邓皇后因喜欢文史及纸墨，曾令各州郡勿贡珍品，“但岁贡纸墨而已”，说明公元102年前各地已生产麻纸进贡。凡帝、后喜欢的，蔡伦都在尚方精制。他掌管宫内文书档案时也深感“帛贵而简重，并不便于人”，于是他决定造出比西汉纸更好的纸。为此，他总结前代及同时代造麻纸的技术经验，组织生产优质麻纸。邓太后嘉其能，从此造麻纸技术在各地进一步推广。蔡伦在主持研制楮皮纸时，完成了以木本韧皮纤维造纸的技术突破，并扩充原料来源、革新造纸工艺。皮纸的出现是一项重大技术创新，蔡伦正是这项创新的倡导者。

造纸术是中国四大发明之一，对促进世界文明发展有重大作用。关于蔡伦与造纸术的关系，当今有两种不同意见。第一种意见认为他是造纸术发明者，第二种意见认为西汉初已用纸代简，蔡伦只是造纸术革新者。现在看来第二种意见是正确的，因早在蔡伦200年前的西汉初即已有用于书写的麻纸。蔡伦的贡献是组织并推广了高级麻纸的生产和精工细作，促进了造纸术发展，但“造意用树肤以为纸”者，倒有可能是蔡伦或其尚方下属。皮纸用树皮纤维制成，其技术难度比麻纸更大。蔡伦的贡献就在于使皮纸生产在东汉发展起来。麻纸及皮纸是汉代以来1200年间中国纸的两大支柱，中国文化有赖这两大纸种的供应而得以迅速发展。至晋代（4世纪）时，纸已最终取代帛简成为主要书写材料。蔡伦在促进麻纸及皮纸生产方面起了很大作用，他虽不是造纸术发明者，但作为技术革新者和组织推广者的历史地位

应予肯定。

元初元年（公元117年）邓太后鉴于内廷所藏经传传抄多误，乃诏儒者刘珍及五经博士等人于东观校订，令蔡伦监典此事。东观是洛阳宫内藏书及著述之所，蔡伦领衔率这批学者校订，是为了向全国提供经书的标准文本。这次校订经书的工作，是朝廷提供钦定经传纸写本的开端。因完成后要将所抄副本颁发各地方官，从而形成大规模用纸抄写儒家经典的高潮，使纸本书籍成为传播文化最有力的工具。东汉纸于20世纪时在西北地区也曾出土。中国造纸术起始于西汉，在东汉时期打下坚实基础，至魏晋南北朝（3—6世纪）获得发展，且开始向国外传播。东汉在造纸史中是承上启下的阶段，蔡伦就是在这个历史阶段成为促进造纸术发展的关键人物。

【崔寔】

崔寔，字子真，一名台，字元始。冀州安平（今河北安平一带）人。约东汉永元十五年（公元103年）生；建宁三年（公元170年）卒，农学家。

崔寔出身于名门高第，世家地主家庭。自其高祖崔朝起，几代人中，曾有多人任郡太守等二千石以上的官职。祖父崔骃，为东汉著名文学家，与班固、傅毅同时齐名。父亲崔瑗，书法家，对天文历法和京房易传等术数也有所研究，与扶风马融、南阳张衡“特相友好”。做河内汲县令7年，颇有政绩；对农业生产较为重视，一次曾“为人开稻田数百顷”。为人处世不随流俗，爱交友，俸禄全都花于招待宾客，因此，经济拮据致使“家无担石储”。临终时，他嘱咐家人说：“夫人禀天地之气以生，及其终也归精于天，还骨于地。何地不可臧（藏）形骸，勿归乡里。”他的言行对崔寔有一定影响。

崔寔青年时代性格内向，爱读书。成年后，在桓帝时曾两次被朝廷召拜为议郎。曾与边韶、延笃等在东观（皇家图书馆）著作，以及和诸儒博士一起杂定“五经”。他还两次出任为外官，先是为五原（在今内蒙古自治区河套北部和达尔罕茂明安联合旗西部地区）太守。在任期间做了两件好事：五原地方当时比较落后，虽然该地土壤适宜种植麻等纤维作物，但民间却不知纺织。老百姓冬天没有衣服穿就睡于草窝中，见地方官吏时则“衣草而出”。崔寔到五原后就“斥卖储峙（通庤，蓄积），得二十余万，诣雁门、广武迎织师为作纺、绩、织、纫、练组之具以教之，民得以免寒苦”。他做的另一件好事是在元嘉、延熹之际（公元151—159年），匈奴、乌桓、鲜卑族连年侵扰云中、朔方，崔寔整敕军马，严守边防，保证了一方的安定，使老百姓免遭烧杀掳掠，颠沛流离之苦。由于他在五原的政绩卓著，三四年后，又被推荐为带有边防重任的辽东太守。在赴任途中，其母病故，“上疏求归葬行丧”，获准。以后，升为尚书，由于党祸，不到一年便被免归。崔寔为官比较清廉，灵帝建宁三年病死时，《后汉书》说他“家徒四壁立，无以殡敛”。最后还是由一些好友为他备办的棺木葬具。

《后汉书·崔骃列传》说：“崔氏世有美才，兼以沉沦典籍，遂为儒家文林。”崔寔是继崔骃之后崔氏在文林中最享有盛名的一个，和稍晚的蔡邕齐名，

号称崔蔡。他一生"所著碑、论、箴、铭、答、七言、祠文、表、记、书"各类著作凡十类15篇，其中《政论》为代表作。《政论》全书的完成，大致在作辽东太守之后，主要内容是"论当世便事数十条"，从严可均在《全上古三代秦汉三国六朝文》中所辑的《政论》佚文看，具体的内容有提倡节俭，禁止奢僭，反对贪污压榨，主张地方官要久任，提高官吏待遇以养廉，以及实行徙民实边来调整人口与耕地的比例等。当世人对《政论》的评语是"指切时要，言辩而确"。仲长统说："凡为人主，宜写一通，置之坐侧。"崔寔的另一名著是与农业生产有关的《四民月令》，范晔《后汉书》传中没有提到过它的名称。可能按当时人眼光，它不属"六艺"范围，不足以登大雅之堂。从以上崔寔一生的言行来看，他甘守清贫，比较重视农业生产和关心人民的生活，在当时的世家地主和官员中是不多见的。

崔寔的主要活动时期，几乎和桓帝朝（公元147—167年）相始终。这时已是东汉政治经济的黑暗和破坏时期。地主阶级经战国、秦和西汉，发展到东汉进入了一个新的阶段，即出现了累世贵盛的世家地主。世家地主除拥有田园、苑囿外，西汉时少见的坞壁、营堑也出现了，它们就成为世家地主的庄园形式。庄园内聚族而居，宗族首脑、长者称为"家长"，是庄园内统治的核心。庄园经济的主要特点为自给自足。如东汉初南阳樊宏家庄园的情况："子孙朝夕礼敬，常若公家，其营利产业，物无所弃。……乃开至广田三百余顷。其所庐舍皆有重堂高阁，陂渠灌注。又池鱼牧畜，有求必给。"庄园经济经过东汉近二百年的发展，到魏晋南北朝时则达到高峰，形成了世家大族的统治。《四民月令》所反映的正是东汉晚期一个拥有相当数量田产的世族地主庄园，一年十二个月的家庭事务的计划安排。所谓"四民"是指士、农、工、商，中国在春秋战国时就出现"四民分业论"；《汉书·食货志》："学以居位曰士，辟土殖谷曰农，作巧成器曰工，通财鬻货曰商。"关于"月令"这一名称，除现存《礼记》中有一篇《月令》之外，还有《逸周书》中的一篇《月令》。后者已佚。《礼记·月令》，有人说为战国时作品，有人认为是两汉人杂凑撰集的一部儒家书。它记述每年夏历十二个月的时令及统治者该执行的祭祀礼仪、职务、法令、禁令等，并把它们归纳在五行相生的系统中。从《四民月令》现存部分材料看，轮廓与内容排列法大体上与《月令》相似。

崔寔在《政论》中感慨地谈到"上家"（富户）有"钜亿之资"，"侔封君之土"；而"下户"（贫民）则"无所跱足"；又说"农桑勤而利薄，工商逸而入厚"，"一谷不登，则饥馁流死"；"国以民为根，民以谷为命，命尽则根拔，根拔则本颠，此最国家之毒忧"。这些言论说明他具有浓重的农本思想。对农业生产技术他也很关注，在《政论》中就对辽东使用不便的耕犁进行了评论，还介绍了播种器具"三脚耧"："三犁共一牛，一人将之。下种挽耧，皆取便焉。"崔寔的父亲崔瑗豪迈好客，不关心家庭生计，一切都由崔寔母亲操持。崔寔年轻时曾帮助母亲料理过一些家务，在经营管理中，逐渐学得不少按照时令来安排耕织操作时间的知识。崔瑗去世后，崔寔为表示"孝道"和持撑

"望族"的架子，不得不竭尽资产，大作排场，把丧葬办得讲究隆重。他把父亲埋葬后，家庭经济更为窘迫，单靠耕织还不够开销，于是除了加强屯贱卖贵之外，还利用家中旧有的酿造技术知识，经营酿造酒、醋、酱业，传记中说他"以酤酿贩鬻为业，时人多讥之，寔终不改；亦取足而已，不致盈余"。崔寔根据多年的亲身体验深刻认识到：农业生产及以农业生产为基础的工商业经营，都必须考虑农作物的生长季节性，加以合理的妥善安排才可获得较多收益。因此他把前人和自己母子两人所积累的新旧经验，加以总结，按月安排，写成一本四时经营的"备忘录"形式的手册，除供自己随时参考外，可能还有传给儿孙们照样经营施行，以维持"望族"生活的考虑。《四民月令》正月："陈根可拔"下的本注说："此周雒京师之法。其冀州远郡，各以其寒暑早晏，不拘于此也。"这一段话，显然说明这本书是以洛阳为地方背景的。当为崔寔中年家居洛阳时所写。

《四民月令》的主要内容按现存材料及其出现次序，大致包括：（1）祭祀、家礼、教育以及维持改进家庭和社会上的新旧关系；（2）按照时令气候，安排耕、种、收获粮食、油料、蔬菜；（3）养蚕、纺绩、织染、漂练、裁制、浣洗、改制等女红；（4）食品加工及酿造；（5）修治住宅及农田水利工程；（6）收采野生植物，主要是药材，并配制法药；（7）保存收藏家中大小各项用具；（8）粜籴；（9）其他杂事，包括"保养卫生"等九个项目。这些内容，显然不是一般小农经济的规模，而只能属于一个拥有相当数量耕地的庄主式仕宦人家家庭。家主自己经营管理田庄；役用大量劳动力"佃客"、"女红"（指以绩、织、染等为专职的女工）、"典馈"（专管酿造和饮食品）、"蚕妾"（专管养蚕）、"缝人"（专管缝拆洗）等来从事农业与作坊式手工业生产，以及进行屯贱卖贵的商业利润，以供一家人的生活资料。按士、农、工、商"四民"来说，也就是以农业、小手工业收入为主，商业收入为辅，来维持一个士大夫阶级家庭的生活。所以，《四民月令》实为庄园地主的经营手册。但它每月的农业生产安排，如耕地、催芽、播种、分栽、耘锄、收获、储藏以及果树林木的经营等，则确属农业生产知识。

《四民月令》现存2371字中，真正与狭义农业操作有关的共522字，占总字数的22%，再加上养蚕、纺绩、织染以及食品加工和酿造等项合计也不到40%。其他如教育、处理社会关系、粜籴买卖、制药、冠子、纳妇和卫生等约占60%多。全书按月安排计划，其中起决定作用的仍是农业措施与农业操作，一切都是按耕、桑等事项需要来筹划的，与一般月令书专言时令者不同。因而历来都把它视为农书，而且是中国古农书中"农家月令书"这一系统最早的代表作。《四民月令》作为农书的意义有下列几点：一是自西汉《氾胜之书》到后魏《齐民要术》的出现，中间相隔500多年。这期间，只有《四民月令》一部有关农业生产方面的书籍，所反映的农业技术较之《氾胜之书》有很大进步，尽管有关操作技术记述很简略，而且散佚不全，不能完全凭借它来追溯500多年间农业技术的发展过程，但它终究还能提供一些线索。从其记述可以看出东

汉时洛阳地区农业生产和农业技术的发展状况：农业生产占有优势，蚕桑也很重要，畜牧业仅居于农业的从属地位，蔬菜以荤腥调味类较多。关于农业生产技术，“别稻”（即水稻移栽）和树木的压条繁殖，《四民月令》是最早记载的。至于农业经营，除了反映自给自足的封建经济的基本方面外，还有利用价格的涨落，进行粮食、丝绵和丝织品以及其他农副产品的买进卖出的商业活动。其次，《四民月令》的体裁，形式上虽与《礼记·月令》大体相像，但内容有很大不同。《礼记·月令》是记述政府——天子和百官每月所履行的礼仪职务，以及天子的起居、饮食、衣服、用具等，即“纪十二月政之所行也”；而《四民月令》则是一部“农家历”，记述的是一个庄园地主一年十二个月应该进行的农事操作以及手工业和商业经营等事项。再就是《礼记·月令》中有不少阴阳五行的装点材料。阴阳家出现于战国时期，其学说到汉代发展为“谶纬”之学，东汉时很为流行。可是偏检《四民月令》现存文字，只有极少地方抄自《礼记·月令》，如阴阳“宜忌”等，绝大部分农业和手工业操作都只以时令和物候为标准，看不出迷信禁忌的痕迹，而且各月的安排次序上也比较细致合理。可以说，《四民月令》是从重视“农时”这一传统思想出发，而借用《月令》体裁写出的农书。它是农家月令书的创始者，以后像《四时纂要》、《农桑衣食撮要》、《经世民事录》、《农圃便览》等都承袭了《四民月令》的体裁，只是内容有发展而已。农家月令书是中国农书的一个特殊体裁，也是一种值得推荐的农书体裁。

《四民月令》和《氾胜之书》一样主要靠《齐民要术》等书的引用而得以保存下来部分材料。全书原来面貌如何，现在无从得知。自东汉晚期，经过三国、两晋、南北朝、隋到唐初，一直在流传。《隋书·经籍志》和《旧唐书·经籍志》、《新唐书·艺文志》都记载为《四人月令》1卷。这是由于唐代避太宗“李世民”名讳，改写“民”为“人”字的缘故。《太平御览》“图书纲目”中记载为崔寔《四民月令》，可见此书在宋初还流传。大概到南、北宋之际，或元代才遗失，所以《宋史·艺文志》中没有收录。清代先后有三个辑本，乾隆时，任兆麟、王谟先后作了两个辑本，质量都不高。嘉庆中，以擅长辑佚著称的严可均，根据任、王的辑佚本，搜集整理，辑成了《四民月令》1卷，作为《全后汉文》卷四十七，和卷四十六辑得的《政论》佚文，都收录在他的《全上古三代秦汉三国六朝文》中。近代人唐鸿学认为三个辑本以《严本》较好，但仍有的地方把注文和正文弄颠倒，并有错引的文句等。于是，他又以隋代人写的《玉烛宝典》为主，《严本》为辅，编成一个新的辑本。1962年，西北农学院石声汉教授又在前人基础上作了《四民月令校注》，并对《四民月令》一书的流传、体裁和农学意义等作了较深入的研究和分析。

【刘洪】

刘洪，字元卓。泰山蒙阴（今山东蒙阴）人。约东汉永建四年（公元129年）生；约建安十五年（公元210年）卒，天文学家。

刘洪是汉光武帝刘秀的侄子鲁王刘兴的后代，自幼得到了良好的教育。青年时期曾任校尉之职，对天文历法有特殊的兴趣。约公元160年，由于他对天文历法的素养渐为世人所知，遂被调到执掌天时、星历的机构任职，为太史部郎中。在此后的10余年中，他积极从事天文观测与研究工作，这对刘洪后来在天文历法方面的造诣奠定了坚实的基础。就在这期间，他与蔡邕等人一起测定了二十四节气时太阳所在恒星间的位置、太阳距天球赤极的度距、午中太阳的影长、昼夜时间的长度以及昏旦时南中天所值的二十八宿度值等5种不同的天文数据。这些观测成果被列成表格收入东汉四分历中，依据这一表格可以用一次差内插法分别计算任一时日的上述5种天文量。从此，这些天文数据表格及其计算成为中国古代历法的传统内容之一。刘洪参与了开创这一新领域的重要工作，这也是他步入天文历法界的最初贡献。

约公元174年，刘洪被调离洛阳，出任常山国（今河北元氏）长史，协助王国相处理政务。同年，他献上经多年研究的心得之作《七曜术》，该术引起了朝廷的重视，汉灵帝特下诏委派太史部官员对该术作实际校验。依据校验的结果，刘洪对《七曜术》进行了修订，又撰成了《八元术》。该二术的具体内容已无法查考，但从术名知，它们应是研究日、月、五星运动的专著，是刘洪关于历法的早期著作。这一年，刘洪曾依此预报公元179年的一次月食，可是并不成功，这说明它们还存在不少缺欠。

公元175—177年，刘洪因其父去世，辞官在家守孝3年。大约就在这期间，刘洪完成了他的《九章算术》，它应是对同名经典数学名著进行注释并融入研究心得的数学著作。因此刘洪又以通晓算术而知名。也许正由于这个缘故，在刘洪守孝期满后，即被任命为主管财政事务的上计掾。

公元178年，刘洪又为郎中。由于他在天文历算上的很高造诣，经蔡邕的推举，到东观和蔡邕一同编撰东汉律历志，蔡邕善著文、通音律，刘洪精通历理又密于用算，二人优势互补，密切合作，出色地完成了这项任务。据刘洪的学生徐岳说，这一年，刘洪还提出过改革当时正行用的东汉四分历的设想，为此，刘洪“先上验日食：日食在晏，加时在辰，食从下上，三分侵二。事御之后如（刘）洪言”（《晋书·律历志中》）。虽然刘洪的改历之议未获实现，但他却因此名声大振，成为当时颇孚众望的天文学家。

公元179年，刘洪已年届50，又由于他曾被举为孝廉，且仪容庄重，处事严谨，善于交际，遂被任命为谒者。不久，他又迁任谷城门侯，谷城门是当时洛阳的12座城门之一，位于正北方，刘洪为该城门的主管人。这一年他主持评议王汉提出的交食周期的工作。公元180年，刘洪又参与评议冯恂和宗诚关于月食预报和交食周期的论争，刘洪以其渊博的学识和精到的见解，公正地加以评判。

约公元184年，刘洪又一次被调离洛阳，出任会稽郡（今浙江绍兴）东部都尉，是为郡太守的副手。在此任内，刘洪初步完成并向朝廷献上了他的乾象历，时间约在公元187年至188年间。由于初成的乾象历对于月亮运动的描述，具有明显的优越性和可靠性，当即被采

纳，取代了东汉四分历的月行术。

约公元189年，汉灵帝特召刘洪返回洛阳，其原因很可能是因为初成的乾象历得到朝廷的重视，征刘洪商议历法改革事宜。但由于当年四月汉灵帝驾崩，接着又有董卓等人为乱，时局骤变，朝廷无暇顾及改革历法，而这时刘洪正在返京的途中，于是朝廷改变初衷，改任刘洪为山阳郡（今山东金乡）太守。在此后大约10多年的时间里，他一方面努力料理繁重的政务，一方面继续为改良和完善他的乾象历而勤奋工作，而且注意培养学生，努力使他对天文历法研究的最新成果为人们所了解，力图使之后继有人。当时的著名学者郑玄，以及徐岳、杨伟、韩翊等人都曾先后得到刘洪的指点，他们后来为普及或发展乾象历做出了各自的贡献。

刘洪在任山阳太守以后，还曾迁任曲城（今山东掖县）侯相，地位与郡太守相当。刘洪在为相期间，赏罚分明，重教化，移风易俗，吏民畏而爱之，成为远近闻名的颇有威望和政绩的行政官员。

公元206年，刘洪最后审定了他的乾象历，这是他在初成乾象历以后，又经过10余年的研究、检验、充实和提高而成的历法杰作。可惜，刘洪大约在公元210年去世，在生前他没有看到他为之付出数十年心力的乾象历被正式颁用。但他的心血没有白费，经徐岳的学生阚泽等人的努力，乾象历在公元232—280年正式在东吴行用。更重要的是，乾象历以它的众多创造，使传统历法面貌一新，对后世历法产生了巨大的影响，在中国古代历法史上写下了光辉的篇章，刘洪也以取得划时代成就的天文学家而名垂青史。

刘洪的天文学成就大都载于乾象历中，他的贡献是多方面的，其中以对月亮运动和交食的研究成果最为突出。

在刘洪以前，人们对于朔望月和回归年长度值已经进行了长期的测算工作，取得过较好的数据。但刘洪发现：依据前人所取用的这两个数值推得的朔望弦晦以及节气的平均时刻，长期以来普遍存在滞后于实际的朔望等时刻的现象。经过数十年的潜心思索，刘洪大胆地提出前人所取用的朔望月和回归年长度值均偏大的正确结论，给上述历法后天的现象以合理的解释。在乾象历中，刘洪取一朔望月长度为$29\frac{773}{1457}$日，误差从东汉四分历的20余秒降至4秒左右；取回归年长度为$365\frac{145}{589}$日，误差从东汉四分历的660余秒降至330秒左右。刘洪大约是从考察前代交食记录与他自己对交食的实测结果入手，即从古今朔或望时刻的厘定入手，先得到较准确的朔望月长度值，然后依据十九年七闰的法则，推演出回归年长度值的。由于刘洪是在这两个数据的精度处于长达600余年的停滞徘徊状态的背景下，提出他的新数据的，所以这不但具有提高准确度的科学意义，而且还含有突破传统观念的束缚，打破僵局，为后世研究的进展开拓道路的历史意义。

月亮的运动有迟有疾，月亮的近地点在不断向前移动，这两个重要的天文现象在东汉早期就引起了人们的热烈讨论。对此，刘洪在乾象历中作了十分出色的总结，给出了独特的定量描述的方法。他由测算得知，月亮每经一个近点

月（月亮中心连续两次经过近地点的时间间隔），近地点总向前推进1825 $\frac{7}{47}$分（≈3.1°，称“过周分”），该值较东汉早期的李梵、苏统所得结果要准确得多。在此基础上，刘洪进一步建立了计算近点月长度的公式，并明确给出了具体的数值：已知1周天为215130分，加上1825 $\frac{7}{47}$分，即为经一近点月后近地点所在位置与这一近点月前近地点位置之间相距的分值，再除以月亮每日的平均行度分7874分，可得1近点月长度为27 $\frac{3303}{5969}$日，其误差为104秒。中国古代的近点月概念和它的长度的计算方法从此得以确立，这是刘洪关于月亮运动研究的一大贡献。

刘洪还确立了中国古代计算月亮运动不均匀性改正值的传统方法。刘洪每日昏旦观测月亮相对于恒星背景的位置，在坚持长期观测取得大量第一手资料之后，他进而推算出月亮从近地点开始在一个近点月内每日实际行度值。由此，刘洪给出了月亮每日实行度、相邻两日月亮实行度之差、每日月亮实行度与平行度之差和该差数的累积值等的数据表格，这是中国古代第一份月亮运动不均匀性改正数值表（月离表），欲求任一时刻月亮相对于平均运动的改正值，可依此表用一次差内插法加以计算。这是一种独特的月亮运动不均匀性改正的定量表述法和计算法，后世莫不遵从之。在乾象历中，该法仅用于交食问题的计算，而实际上该法已经解决了后世历法定朔计算的关键问题之一。对刘洪月离表的初步研究表明，刘洪所测每日月亮实行度的误差为11.7，月亮过近地点时刻的误差为0.18日，这两者的精度在中国古代都属上乘，只有元代授时历（1281年）的精度稍高于它。这就是说，刘洪不但是这一新颖方法的首创者，还是对此作了高水准的定量描述的代表人物，这是特别令人赞叹的。

刘洪的贡献还在于，他确立了黄白交点退行的新概念。他大约是从食年长度小于回归年长度这一人们早已熟知的事实出发，经抽象的思维而推演出这一概念的。刘洪明确给出黄白交点每经1日退行$\frac{1488}{47}$分（≈0.054°，称“退分”）的具体数值。已知回归年长度（A）和食年长度（B），以及1度=589分，那么“退分”应等于$\frac{A-B}{B}\times 589$，将有关数值代入计算，正得$\frac{1488}{47}$分。可见，刘洪当年的思路和退分值的计算法正是如此。可惜，刘洪并没有给出交点月长度的明确概念和具体数值，但他实际上已经为此准备了充分和必要的条件，并为后世的发展奠下了牢固的基石。当然，仅就黄白交点退行概念的确立和已经相当准确的退行值的确定而言，是刘洪在月亮运动研究方面取得的又一重大进展。

刘洪对月亮运动研究的另一重大成就是：关于月亮运行轨道——白道概念的建立，它标志着自战国时期以来对月亮运动轨迹的含混不清的定性描述局面的结束。在乾象历中，刘洪明确给出黄白交角为六度一分（≈6°），必须指出的是，该值是沿赤经圈量度的极黄纬值，与现代所说的沿黄经圈量度的黄纬值小有不同，该值与理论极黄纬值之差为

0.62°。刘洪还给出了月亮从黄白交点出发，每经1日月亮距黄道南或北的极黄纬度值（称“兼数”）表格，其中“兼数”的极大值也就是黄白交角的度值，它们是刘洪经长期的观测与计算而得的。欲求任一时刻的月亮极黄纬（M），可由该表格依一次差内插法推算。这样，刘洪便较好地解决了月亮沿白道运动的一个坐标量的计算问题。研究表明，依刘洪的这一方法所推算的月亮极黄纬直的误差为0.44°。前已述及，刘洪和蔡邕已经解决了计算任一时刻太阳距天球赤极的度距（N）的课题，于是，刘洪也就给出了月亮距赤极的度距（P）的计算法：$P = N \pm M$。刘洪关于白道的概念、黄白交角值的测定、月亮极黄纬数值表，以及M，P的计算方法，从表述的形式到内涵都对后世历法产生了深远的影响。

其实，以上所述各项创新又直接或间接地与关于交食的研究有关，应该说提高交食预报的精确度和扩展交食预报的内容，是刘洪天文历法工作的核心部分。在乾象历中，还记载了刘洪对于交食研究的其他重要成果。

关于交食周期的探索，在刘洪时代也是一个热门课题，有不少人提出了各自的新数据。刘洪一方面积极参与或主持关于交食周期的热烈争论，一方面自己也进行缜密的思考和深入的研究。在乾象历中，他提出了11045个朔望月正好同941个食年相当的新交食周期值，由此推得1食年长度等于346.6151日，误差为370余秒。这一成果所达到的精度水平不但大大超过他的前人，而且也使他的同代人的同类工作大为逊色。此外，在乾象历中，刘洪还正确地建立了在一个交食周期内如下三个天文量之间存在的数量关系：交点月个数 = 朔望月个数 + 食年个数，这说明刘洪对这些天文量的关系有极明晰、透彻的认识。

在刘洪以前，人们已经知道只有在朔（或望）时，以及太阳和月亮正处在黄白交点附近的特定条件下，才可能发生交食现象，但还没有人对“附近”这一关键词作定量化的说明。刘洪则最先对此作了明确的阐述：在朔（或望）时，只有当太阳与黄白交点的度距小于14°33′时，才可能发生交食现象。也就是说，刘洪明确规定，当朔（或望）时，以太阳离开黄白交点前或后14°33′作为判别是否可能发生交食现象的临界值，亦即食限值。现代关于食限的规定是：日食，18°31′以上必无食；月食，12°51′以上必无食。由此看来，刘洪所取食限值没有把白食限和月食限区别开来是不妥当的。不过，如果把刘洪所取食限值视作日、月食限的折中值，其准确度还是不低的。无论如何，刘洪毕竟提出了一个崭新的、又是十分重要的研究课题，使判别交食是否发生的定量化研究迈出了可贵的一步。

原先人们对于交食的预报仅限于交食发生的时间一项，只要能预知某日将发生交食现象，便得到满足，但随着刘洪乾象历的问世，情况发生了很大的变化。对公元221—223年的5次日、月食食时的实测结果，同依乾象历推算得的相应食时的比较表明，乾象历食时预报的误差为1.5时辰，这是由于刘洪提高了所取朔望月、回归年、交食周期等有关数据的精度，特别是近点月长度的厘定、月亮运动不均匀性改正计算方法的发明和应用，这些都必然导致了食时预

报精度的大幅度提高。

刘洪自然十分清醒地了解他的乾象历对食时预报所能达到的精度水平，对此他是不满意的。大约在乾象历完成以后，他仍继续进行更深入的研究，力图进一步完善食时预报的方法，以进一步提高精度。刘洪依乾象田对一批交食食时的预推和实测记录之间的时间差作了认真的分析，他发现该时间差的正负、大小，与交食所发生的月份有较稳定的关系，并归纳出一年中各个不同月份应加（或减）的各不相同的时间修正值，此即所谓“消息术”：在依乾象历推算得的食时的基础上，加（或减）该修正值，如规定当交食发生在十一月份时，应加一辰，发生在七月份时需减一辰，等等，便可得到更准确的食时。依“消息术”计算，上述公元221—223年的5次日、月食食时的误差为0.6时辰，其精度较乾象历又有明显的提高。刘洪的这一发现和相应方法，对于交食研究而言，具有毋庸置疑的重要意义，可是令人惋惜的是，刘洪也许来不及对他的发现和所用方法的深层含义作更多的思考和探究。其实，更准确一些说，刘洪应是发现了上述时间差的正负、大小，与交食所发生的节气存在稳定的关系，而节气是太阳处于其运行轨道上某一特定位置的标志，所以，产生上述时间差的主要原因，应是太阳运动有迟有疾，也就是太阳运动的不均匀性。此外，我们知道：在十一月份时，太阳视运动速度快，真切的食时应推迟一段时间；七月份时，太阳初运动速度慢，真切的食时应超前一段时间，再对照上述“消息术”的规定，应该说二者在总体上是相吻合的。这些情况都说明，刘洪的上述发现和相应方法，实质上是大体正确地反映了太阳运动不均匀性对食时推算的影响，刘供实际上已经叩击了太阳运动不均匀性这一重大发现的门扉，可是他并不自觉，未能迈出那关键的一步，而把这一重大天文现象的发现权留给了在他以后300余年的天文学家张子信。

对交食食分大小和交食亏起方位的预报，在刘洪以前未曾有人涉及过。在乾象历中，也不见关于交食食分和亏起方位的明确计算法的记述，而有关的明确记载首见于杨伟的景初历（公元237年）中，于是史家多把其发明权归于杨伟。可是，前已述及，在公元178年，刘洪就曾成功地预报过一次日食的食分（“三分侵二”）和亏起方位（“食从下上”），徐岳所说殆非虚言，所以自然的推论是：刘洪应当早就有了计算交食食分和亏起方位的方法。再仔细考察乾象历可以发现，其术文中关于交食食限的规定，关于月亮距黄白交点前后度值的计算法，关于月亮极黄纬的计算法，关于太阳位置的计算法，等等，实际上已经为交食食分和亏起方位的计算准备了相当充分的条件。若再兼及刘洪与杨伟之间的师生关系，可以认为交食预报的这二个要素的计算法的真正发明者应是刘洪，而杨伟则是对此作出明确表述并加以发展的后继者，两人都做出了各自的贡献。

对于五星运动的研究，刘洪也取得了一些进展。如关于五星会合周期的测算，东汉四分历和乾象历的结果分别为：木星，398.846日和398.880日（误差0.038日和0.004日）；土星，378.059日和378.080.日（误差0.033日和0.012日）；金星，584.024日和

584.021日（误差0.102日和0.099日）；水星，115.881日和115.883日（误差0.003日和0.005日）；火星，779.532日和779.485日（误差0.405日和0.452日）。其中木、土二星的会合周期以乾象历为优，金、水二星两历法旗鼓相当，火星则以东汉四分历为胜。而从五星会合周期的总体水平看，乾象历要稍高于东汉四分历。徐岳曾对乾象历和韩翊黄初历（公元220年）的五星法进行过比较研究，他发现分别依二法所推得的公元221—222年间14次行星见、伏时间与实测时间或同或异、乾象历的结果是五疏、七近、二合，而黄初历的结果为八疏、五近、一合，由此不难看出，乾象历的五星法应优于黄初历。此外，杨伟和景初历行用约80年后，人们发现其五星法的精度还不如乾象历，在东晋以后，便以乾象历的五星法取代之，自此它一直沿用了百余年之久。所以乾象历的五星法无论在当时，还是在其后较长一段时间内，都是较好的和很有影响的。

综上所述，刘洪取得了一系列令人瞩目的天文学成就，这些成就以新和精为显著特点，或是使原有天文数据精确化，或是对新天文概念、新天文数据、新天文表格、新推算方法的阐明，它们大都见于乾象历中。这就难怪郑玄称赞乾象历是“穷幽极微”的杰作，而唐代天文学家李淳风则十分中肯地指出，乾象历是“后世推步之师表”（《晋书·律历志中》）。事实确是如此，刘洪所发明的一系列方法成为后世历法的经典方法，他的乾象历使传统历法的基本内容和模式更加完备，它作为我国古代历法体系最终形成的里程碑而载入史册。

刘洪取得这些重大的天文学成就，与他所处的时代存在相当活跃的天文历法研究环境有关，与他的前辈及同代人已经提出的新思想、新发现的线索有关，同时与他个人的品质、思想和努力密不可分。

入东汉以来，人们对于月亮运动和交食的研究十分重视和活跃。东汉早期的李梵和苏统已经明确建立了月行有迟有疾的观念，而且也给出了月亮近地点进动的初始数值。此后，与月行迟疾有关的月行九道术便风行于世。张衡和周兴在延光二年（公元123年），宗整、冯恂等人在熹平年间（公元172～178年）都提出了各自不同的九道术，试图定量地描述月亮运动不均匀的现象。对于交食周期的研究，先后有杨岑、张盛、景防（公元62年），编䜣（公元85年），宗绀（公元90年），王充（约公元90年），刘固、冯恂、宗诚（公元174年）和王汉（公元179年）等人，或者对原有周期进行某种修正，或者提出全新的数值，试图提高交食预报的精确度。这些都为刘洪的总结和提高准备了丰富的素材。在乾象历中，关于黄赤道宿度变换的计算法，系采用了张衡研究的结果，这是刘洪吸取前辈研究成果的一个典型例子。

刘洪十分积极而且审慎地参加当时天文历法界的有关论争，有时他是作为参与论争的一方，有时则是论争的评判者，无论以何种身分出现，他都取公正和实事求是的态度。公元174年，一批天文学家各据自己的方法预报了公元179年可能发生的一次月食，冯恂以为三月，刘洪、刘固和宗诚以为四月，宗绀以为五月当食。至期考验的结果是：

四月未发生月食，三月和五月皆因天阴，不知月食发生与否。太史令等人则依据他们认可的计算方法推断以三月月食为是，而刘洪等人认为这种推断是不妥当的。从表面上看，这似乎是因为刘洪自己的预报不准确而故生是非，其实不然。刘洪反对这种推断的理由是：三月月食以及太史令等人认可的计算方法都是未经实践检验的，“未验无以知其是”。进而，刘洪等人提出了在这类校验中须以“见食为比”（《后汉书·律历志中》）的原则，也就是要以真切可信的交食观测事实作为判别的权威标准，这一原则为后世历家所遵循。用现代月食理论推算，公元179年的农历三、四、五月均不曾发生月食，可见当年刘洪反对太史令等人的推断，以及他所申述的理由和坚持的原则都是十分正确的。

在评判冯恂与宗诚二家交食推算法时，刘洪等人以东汉初年以来的交食记录与二家推算的结果一一进行比较，发现二家各有得失，说明二家的数据、方法都还不够完善。但由于依宗诚术未见大的差错，而依冯恂术也没有明显的优势，又鉴于宗诚术正在行用，进行改易的理由还不够充分，于是，刘洪等人主张暂时继续采用宗诚术，同时主张继续进行实际的检验，服从客观事实的最终抉择。刘洪还对冯恂坚持实践和要求改革的精神给予很高的评价，指出冯恂术是建立在长期观测和认真研究的基础上的，所以与古今交食的实测结果能较好吻合。对冯恂所提出的交食周期值的现代研究表明，其精度是入汉以来最高的，而且在当时世界上也是先进的数值。所以，刘洪当年所作的评价是很有见地的。这些事实都表明了刘洪重视实践及其检验、严谨公允和实事求是的科学态度。

其实，在刘洪看来，交食预报是否准确，不仅是交食计算法是否可信的判别标准，而且还应是整部历法的优劣取舍的试金石。刘洪认为最关键和最敏感的验历手段是日食之验。这是刘洪对交食研究取得进展的一种自信的表现，反过来说，也正是这一思想促使他对与交食预报有关的一系列课题进行精益求精的探索。自刘洪始，日食之验成为中国古代历法最主要的检验手段之一。

“明历兴废，以天为节”，即历法合天则历法兴，历法违天则历法废，实际天象（交食现象仅是其中之一）是决定历法取舍的权威标准，这是刘洪治历思想的核心。由此出发，刘洪在制定他的历法时，总是先尽量准确、丰富地获取第一手观测资料（包括历史记录），进而探索日、月、五星运动的内在规律，给出合理的描述方法，从而把历法建立在客观天象的坚实基础上，这就是刘洪所说的“追天作历”（《后汉书·律历志中》）。有了初成的历法，还要让它接受各种实际天象的检验，看它是否能够正确地、客观地描述日、月、五星的运动，这就是刘洪所说的“以追日、月、五星之行”。刘洪还进一步指出，一方面要看历法是否能与日、月、五星运动的一系列动态（出入、往来、进退等等）相应；另一方面还要看历法是否能“推而上则合于古，引而下则应于今”（《晋书·律历志中》），也就是说不仅仅满足于一时一事的相合，而是要求进行全面的检验，要求时时、事事均相符合。如发现有不合之处，则继续观测与研究，进一步修正历法，以求日趋完善。刘洪的天文历法工作，正是在这样的治历思想

指导下进行的。先有《七曜术》、《八元术》，这是经过10余年观测与思考的结晶；后有初成的乾象历，再后有最终定型的乾象历，二者又都经过10余年的检验与修订；在乾象历完成之后，又有“消息术”的提出。可见在刘洪的一生中，这一指导思想是贯彻始终的。

与这种重视实践、接受客观天象的全面检验的治历思想相反，东汉时期以图谶之说作为治历之本的思想相当流行，对此，刘洪持反对的态度。在主持评议王汉所提出的交食周期值时，刘洪指出图谶之文只是一种传闻，而且各家所传不同，用它来预报天象，总发生偏差，所以是不足为据的。关于乾象历历元的设置，刘洪是以太初历（公元前104年）的实测历元为基点，再上推589年而得的，这种历元设置法与当时十分流行的以图谶为准则确定历元的方法完全不同。这些都反映了刘洪重视实践及其检验，蔑图谶权威的泾渭分明的态度。

刘洪的治历思想也存在不正确的一面，这大约是受到太初历以黄钟律吕之数为历法之本的思想影响，带有浓重的数字神秘主义色彩。在依观测实践取得尽量准确的天文数据以后，刘洪还要用乾象之数、天地之数一类简单而神秘的数字，反复求算，最终以这类数字的简单加减乘除所得的数值确定天文数据的历法选用值，乾象历历名的由来正与此密切相关。这样做不但耗费了刘洪的不少精力和时间，而且降低了由观测而得的天文数据的本来精度，也冲淡了以实际天象为准绳的治历原则的严肃性和客观性。虽然这种治历、验历的主观、神秘的标准，只是刘洪治历思想的次要方面，但对后世的某些历法也产生了不良影响。

刘洪善于从他的前辈的研究中获取营养和启迪，又善于参与天文历法的辩难和论争，从他的同代人中获得最新的思想和信息。他还善于实践和探索，使自己的研究工作长期处于反复实践与检验的动态流程之中，不断进行去粗存精的筛选和锤炼。他更勇于创新，这是他敢于面对客观事实、敢于提出问题、敢于突破传统的局限、敢于解决问题的个人品质所促成的。在刘洪的一生中，在太史部任职的10余年，是他专职从事天文历法工作的宝贵时间，而更多的研究工作，则是他充分利用出任各种不同行政职务的空暇业余进行的，这就更加大了他的艰辛程度。如果没有这种孜孜不倦、终生求索的精神，刘洪就不可能做出如此巨大的贡献。

【魏伯阳】

魏伯阳，名翱，号云牙子。会稽上虞（今浙江上虞）人。生卒年不详，活跃于东汉桓帝时期（公元147～167年），化学家，精通炼丹术。

魏伯阳的生平事迹未见于正史。据葛洪的《神仙传》记载，“魏伯阳出身高贵，而性好道术，不肯仕宦，闲居养性，时人莫知其所从来”。五代后蜀时，彭晓在《周易参同契分章通真义》一书的序言中说，魏伯阳是东汉会稽上虞人，不知师承谁氏，他“博赡文词，通诸纬候”，曾以其所撰《周易参同契》“密示青州徐从事，徐乃隐名而注之。至后汉孝桓帝时，公复传授与同郡淳于叔通，遂行于世”。这说明魏伯阳是生活于东汉桓帝（公元147—167年）前后的人

物，他的弟子有徐从事、淳于叔通（即淳于斟，又名翼）等人。

关于魏伯阳的著述，葛洪在《神仙传》中说："伯阳作《参同契》、《五相类》，凡二卷。"但在《抱朴子内篇·遐览》中却只记录了《魏伯阳内经》1卷。后晋开运二年（公元945年）编成的《旧唐书》著录有魏伯阳撰《周易参同契》2卷、《周易五相类》1卷。彭晓在《周易参同契分章通真义》中说魏伯阳撰《参同契》3篇，"复作补塞遗脱一篇"。今仅存《周易参同契》一书，卷数视版本而定，或作3卷，或作2卷，或不分卷而作上、中、下3篇。

炼丹术是化学的原始形式。中国炼丹术大约始自春秋战国时代。到了汉代，炼丹术在封建帝王和豪强贵族的资助下取得长足的进展，无论在实践上还是在理论上，都为后世炼丹术的发展奠定了基础。魏伯阳所撰的《周易参同契》就是世界炼丹史上最早的一部理论著作，历代炼丹家对此书均很重视，被称为"万古丹经王"。

《周易参同契》全书共约6000余字，基本是用四字一句、五字一句的韵文及少数长短不齐的散文体和离骚体写成的。该书"词韵皆古，奥雅难通"，并采用许多隐语，听以历代有很多注本行世，仅《正统道藏》就收入唐宋以后注本11种。《参同契》是一部用《周易》理论、道家哲学与炼丹术（炉火）三者参合而成的炼丹修仙著作。历代注释名家对它的基本内容的理解存在着分歧，有的认为魏伯阳讲的是烧炼金丹以求仙药的外丹说，有的认为魏伯阳主张调和阴阳，讲的是靠自身修炼精、气、神的内养术，即后世所谓的内丹说；有的认为在《参同契》中，外丹说，内丹说二者兼而有之。今人王明认为，"《参同契》之中心理论只是修炼金丹而已"，并斥责内丹、房中、服符、昼夜运动、祷祀鬼神等为徒劳无功的旁门邪道。此说可取。

《周易参同契》中叙述最详细的部分，也是书中的核心内容，就是炼制"还丹"。原文记载共分三变，第一变是将15份金属铅放在反应器四周，加入6份水银，再用炭火加热，便生成铅汞齐。魏伯阳认为"火"也参加反应，是反应物。所以他说，要用6份炭的炭火微微加热，铅与水银、炭火这三种"物质"相互含受，才能够发生变化而生成铅汞齐。第二变是随着火力的增大，水银逐渐被蒸发掉，铅被氧化为一氧化铅和四氧化三铅，反应完毕时，主要生成黄丹，即黄芽（Pb_3O_4）。第三变是将第二变的产物铅丹与9份水银混合、捣细、研匀，再把这种混合药料置入丹鼎中，密封合缝，务必使其不开裂、不泄气，然后加热。先文火后武火，昼夜察看，注意调节温度，反应完毕，丹鼎上部得到红色的产物"还丹"。这种"还丹"就是氧化汞。用现代化学知识来解释，魏伯阳所述"还丹"炼法如下：

$$3Pb + 2O_2 \xlongequal{\Delta} Pb_3O_4$$（黄芽），

$$2Pb_3O_4 \xrightleftharpoons{>500℃} 6PbO + O_2\uparrow$$（下丹鼎），

$$2Hg + O_2 \rightleftharpoons 2HgO$$（上丹鼎）。

魏伯阳还在《周易参同契》中说："河上姹女，灵而最神，得火则飞，不见埃尘。……将欲制之，黄芽为根。""黄芽"就是铅丹，"河上姹女"为汞。这句话的意思是，汞易挥发，铅丹能与

汞在高温下作用，生成不易挥发的氧化汞，因而汞被铅丹“制服”住了。

魏伯阳在阐述服饵金丹何以能使人长生不老时，采用的是不恰当的类比法，认为黄金既然不朽，还丹又能发生可逆循环变化（$2HgO \rightleftharpoons 2Hg + O_2$，那么饵服黄金和还丹后，就能使人身不朽和返老还童。这种希图把黄金、还丹的性质机械地移植到人体中以求长生的天真想法，在今天看来当然荒谬可笑，但在当时有些人却深信不疑。

在阐述炼丹术的可能性和合理性时，魏伯阳指出，物质变化是自然界的普遍规律，炼丹过程正如以檗染黄，煮皮革为胶，用曲蘖作酒等等一样，是“自然之所为”，“非有邪伪道”。他还将阴阳五行学说用于解释炼丹术现象，认为万物的产生和变化都是“五行错王，相据以生”，是阴阳相须，彼此交媾，使精气得以舒发的结果。

魏伯阳不只是囿于阴阳五行学说，他还提出了相类学说。他认为阴阳相对的两种反应物质还必须同时属于同一种类，“同类”的物质才能“相变”，“异类”物质之间则不能发生反应。他说：“欲作服食仙，宜以同类者。……类同者相从，事乖不成宝。”“若药物非种，名类不同，分剂参差，失其纪纲，虽黄帝临炉……亦狄和胶补釜，以硇（氯化铵）涂疮，……愈见乖张。”这就是说，事物的变化是有其内在原因的。这大概是根据炼丹家们一些失败的教训而总结出来的。魏伯阳的这一理论虽然遭到葛洪的反对，但到了唐代又得到进一步的发展，因为它毕竟含有一定的合理因素。实际上，魏伯阳的这个相类学说是化学亲合力观念的前身。

魏伯阳还认识到物质起作用时的比例很重要，并已经观察到胡粉（碱式碳酸铅）在高温下遇炭火可还原为铅等化学现象。在《周易参同契》中，魏伯阳还记述了升华装置（丹鼎），把丹鼎看作一个缩小的宇宙，阴阳变化、万物终始都在其中。

必须指出，魏伯阳认为修丹与天地造化是同一个道理，易道与丹道是相通的，所以能用《周易》的道理来解释炼丹的道理，这使本来就比较复杂的炼丹术变得更加神秘，影响了后世炼丹家的哲学思维。此外，魏伯阳主张采用铅汞作为炼丹的主要原料，所炼得的丹药是氧化汞之类的毒药，这就限制了炼丹实验的范围，并导致服丹中毒，这实际上阻碍了炼丹术的发展。

【张衡】

令人敬仰的科学家

我国古代有许多伟大的科学家，他们的卓越成就，在我国文化史上闪耀着灿烂的光辉。东汉时期的张衡，就是其中的一个。

张衡，字平子，公元78年（汉章帝建初三年）出生于南阳郡西鄂县（今河南南阳县石桥镇）的一个官僚家庭，死于公元139年（汉顺帝永和四年）。他的学问很渊博，创造力也非常充沛，在科学上有很高的成就，特别在天文历算方面贡献更大。为了纪念这位一千八百多年来一直受到人民敬仰的古代杰出的科学家，在1955年我国曾经发行过纪念邮票，1956年又重修了在南阳县北面的“平子读书台”和他的坟墓，在墓前立了一块石碑，石碑上刻着中国科学院院

长郭沫若同志的题辞：

"如此全面发展之人物，在世界史中亦所罕见。"

"万祀千龄，令人敬仰。"

的确，张衡在学术上有着非常巨大的成就，主要的是由于他既能刻苦钻研，实事求是，又不为传统观念所局限，富于敢想、敢干的精神。这一切都是值得我们衷心敬仰和好好学习的。

不受传统束缚，注重实际

张衡的祖父叫张堪，做过多年太守。但他比较清廉，不像别的官僚那样专门搜括人民脂膏，所以没有什么积蓄。张衡的父亲死得又早。因此，张堪去世以后，张衡一家的生活便比较困苦，有时还需要人家的帮助。这使得生长在官僚家庭里的张衡，从小没有染上游手好闲的坏习气，而能认真地学习。

张衡对于研究学问非常刻苦，他读书一字不苟，而且思想开阔，不受传统观念的束缚。当时一般士大夫人家子弟，都必须读《诗经》、《书经》、《易经》、《礼记》、《春秋》等儒家经典，张衡少年时代也熟读过这些书。虽然如此，但他却不喜爱这些经书，认为经书太束缚人们的思想。张衡少年时代最喜爱的是文学，他对当时著名文学家，像司马相如、扬雄等人的作品，都曾经下过一番功夫，不但能深刻地理解而且能够背诵。因此他很早就能作一手好辞赋，人们对他的文学才能很为赞羡。

青年时代的张衡就懂得：读书固然是获得知识的一个方法，但是一个人要在学问上有成就，除了书本以外，还必须有实际生活的经验，从实践中求知识。



张衡

这样，张衡自然不会满足于"闭门坐家中，苦读圣贤书"的生活了。他渴望出外游学，多多接触实际，以充实生活和开阔自己的眼界，寻求书本以外的实际知识。

公元94年（汉和帝永元六年），张衡才十七岁，他就离开家乡，出外游历，访师求学。

张衡游历的目的既然不是为了寻求功名，因此，他离开家乡以后并不先到京师洛阳去，而先去汉朝的故都长安（今陕西省西安市）。长安周围在当时叫做京兆（包括今西安、华阴、兰田等地方），和左冯翊（今西安以东，北到朝邑、郃阳地区）、右扶风（今西安以西到凤翔、宝鸡地区）合称三辅，是当时最富庶繁华的地区，也是学术文化的中心。

从公元94年到95年，张衡在三辅一带跑了许多地方，游览了名山大川，考察了历史古迹，也访问了民情风俗，调查过市井制度和商业交通的情况等。

游历了三辅以后，张衡到了洛阳。他在洛阳住了五六年，但没有结交贵族豪门，奔走钻营，也没有进当时专门培

养官僚的学校——太学；却到处求师访友，虚心向他们讨教，因而获得了不少知识。他曾对人家说过："不做官有什么要紧？要紧的是修养品德，研究学问。"当时许多学者在学术上各有主张，张衡则并不盲从任何一家学说，他有独立思考的精神，对各家学说采取批判地接受的态度。这是他以后获得巨大成就的原因。

张衡在洛阳结识了不少有学问的朋友，其中像马融，是当时著名的辞赋作家，又擅长于音乐，后来成了东汉的儒学大师。像窦章，也是一个很有学问的人，谦虚俭朴，很受当时人们的尊重。像王符，是当时有名的政论家，他的著作《潜夫论》一直流传到现在，成为研究东汉时代社会情况的宝贵历史资料。像崔瑗，对于天文、数学、历法有精深的研究。在这些朋友中间，崔瑗对张衡的影响最大，他们常在一起谈论学问，交情也最深。这对于张衡以后研究天文、数学等科学并获得巨大的成就，是有一定关系的。

从文学哲学到天文历算的研究

上面说到张衡青年时代很喜爱文学。他在三辅一带游历的时候，就写了著名的《温泉赋》。在《温泉赋》里，他歌颂了"汤谷"的优美，春水的清新，和祖国山河的壮丽。这篇东西还一直流传到现在，可惜已经残缺不全了。

张衡居住在洛阳的期间，也写了不少优美的辞赋，如《定情赋》、《同声歌》、《扇赋》、《七辩》等。这些作品虽然也没有全部流传下来，有的只残存几十字或几百字。但是，从这些片断的文句中，我们也可以看出他有很高的文学才能。

这些文学作品流传出去以后，张衡的名气渐渐大了起来。东汉时候还没有实行科举制度，做官不是凭考试，而是靠州郡地方官的保荐。各地地方官每年可以保荐一二名"茂才"或"孝廉"，送到京师，由皇帝录用，先做小官，以后可以慢慢升迁。南阳郡守曾经几次要想保荐张衡为"孝廉"，张衡拒绝了。

公元100年，有一个原来当"黄门侍郎"叫鲍德的，调到南阳郡去当太守。他因为仰慕张衡的才华，又因为张衡是南阳郡人，多方设法邀请张衡回到南阳郡去帮助他办理郡政。这时，张衡一方面因为在京师已经住了五六年，生活上发生困难；另一方面因为鲍德在地方官中是一个比较有品德有学问的人，并且张衡也有回到家乡看看的愿望，因而答应了鲍德的要求，做了鲍德的助理——主簿官。当时张衡是二十三岁。

主簿官的职务主要是办理来往文件，不直接处理行政事务。以张衡的才能来担任这个工作，自然比较清闲。这使得张衡有时间和精力，利用他在游历三辅和洛阳时收集到的材料，写成长达五六千字的《西京赋》和《东京赋》，合起来叫做《二京赋》。张衡写这两篇赋，前后总共花了十年的时间，写了又改，改了又写。《后汉书》的《张衡传》说他"精思博会，十年乃成。"可见张衡对待写作的态度是十分严谨的。

张衡写《二京赋》的时候，东汉的政治局面比较安定，社会经济得到了较快的发展，国势也很强盛。但是由于压在人民头上的贵族、官僚和地主们生活奢侈糜烂，贪得无厌地进行剥削，使得劳动人民的生活一天比一天困苦，以至于生活不下去。张衡在《二京赋》里，

除了颂扬当时东汉国势的隆盛以外，也指责了官僚贵族们的昏庸腐朽。他的《东京赋》中有一段大意是说：官僚、贵族都以压榨老百姓来求得自己的享受快活，但忘记了老百姓会把他们当作仇敌看待，他们不惜毁坏器物来供自己玩乐，但忘掉了老百姓会起来反抗而使他们忧患。张衡指出："水可以载舟，也可以覆舟"，讽谏他们不要奢侈荒淫得太过分了。张衡说这些话，自然是站在维护封建统治秩序的立场，但同时也谴责了当时封建统治阶级的荒淫腐朽，这一点则是他和一般士大夫不同的地方。

在《南都赋》里，张衡生动地描绘了南阳郡的繁荣景象，也反映了当时的社会面貌、人民生活情况和民间的风俗习惯。它不但是一篇优秀的文学作品，并且还是研究当时社会情况的可贵资料。

张衡在南阳郡当主簿官的期间，也做了一些有益于人民的工作，这就是他帮助鲍德兴修了一些水利工程，和发展了一些当地的教育事业。因为注意兴修水利，在各地连年灾荒的时候，南阳郡却获得了丰收。南阳郡的郡学学舍荒废了多年，张衡劝鲍德加以修理，让一些青年们有研习学问的地方。在学舍修建完成的时候，鲍德邀请了当地的儒家学者来参加典礼，举行宴会。为了这事，张衡写过《南阳文学儒林书赞》，来纪念当时的盛况。

鲍德在南阳郡当了九年太守，公元108年（汉安帝永初二年）被调到京师，升为大司农（汉代中央政府管理田赋税收的官名）。张衡没有跟鲍德同去京师而独自回家继续专心研究学问。到公元111年，因为汉安帝的征召，张衡才再次到京师洛阳去。

张衡住在家里研究学问的期间，有个叫邓隲的，依仗着姊姊邓太后的势力，在朝廷里做了大将军。邓隲为了装点自己门面，多次邀请张衡到他那里去做官，张衡坚决拒绝了。

这时张衡开始研读当代文豪和哲学家扬雄著的《太玄经》。《太玄经》是一部研究宇宙现象的哲学著作，也谈到天文历算等方面的问题。当时一般人因为它的内容很艰深，而且谈的是哲理，所以都不愿意在这上面花费时间和精力，而张衡却对扬雄这部著作感到很大的兴趣。扬雄的哲学思想是一种折衷主义的思想，他的书中有唯物主义的和无神论的因素，也有唯心主义和神秘主义的因素。张衡在细心地研读了《太玄经》以后，受到很大的启发。他由那里接受了一些唯物主义和无神论的思想，因而有了寻求宇宙发展规律的愿望。这使得张衡逐渐由文学创作转到哲学研究，转向对宇宙现象的探索，而终于在天文历算方面获得了巨大的成就。

读书而善于吸取其中的精华，不断前进，进行创造性的研究工作，在这一点上，张衡是很好的模范，值得我们好好学习。

张衡研究学问的态度是非常严肃认真的，对于大小问题，他都不轻易放过，一定要弄个明白才肯罢手，并且有恒心，有毅力。崔瑗说他研究学问的态度，像大江里的江水一样，日夜奔流，片刻不停。这也是张衡能够在学术上获得巨大成就的重要原因之一。

浑天说和浑天仪

公元111年张衡被征召到京师。因为这一年汉安帝颁布命令，要全国各地地方官保举有学问和通达政教的人，张

衡当时的名气很大，因而被征召了。张衡到京师以后，开始在尚书台衙门里当郎中——起草文书的官。过了三年升为尚书侍郎，再隔一年又调做太史令。太史令的职务是掌管历法，观测天文气象等等。朝廷有祭祀等典礼，都由太史令拣选所谓“良辰吉日”，有什么封建皇帝认为是“吉祥”的征兆，或者有什么灾异，也都由太史令纪录，并且报告皇帝。张衡被任命当这个官，自然因为朝廷已经知道张衡对于天文历算有高深的研究，而这又给了张衡进一步研究天文历算提供了更加方便的条件。

天文历算在我国是发达得很早的学问。因为我们祖先很早就从事农业生产，知道农作物的栽培，生长和收获，都和季节气候有着密切的关系，因而早就很注意于天文的观测和历法的制订，以便不误农时按季节进行耕作。据甲骨文上的记载，三千年前的殷代，已经有十三个月的名称；《书经》里有每年三百六十六日，和以闰月定四时成岁的话。关于星辰方面，我们祖先在周朝就有二十八宿的说法，战国时代楚国天文学家甘德和魏国天文学家石申，就记载了一百二十颗恒星的位置。我国关于日蚀最早的一次记载是在公元前776年，比世界任何国家都要早。春秋的时候，我们祖先更发现了彗星，这也是在世界上对彗星最早的发现。所以我国是天文学发达得很早的国家。



地震仪内部结构

关于宇宙的构造，我们祖先也创造了种种理论，主要有盖天说、宣夜说和浑天说三个学派。

盖天说是由“天圆地方”的说法发展出来的，主张天像盖笠，地像棋盘，日月星辰都附着天盖之上。盖不停地转动，因而日月星辰也在转动。把地球的自转说成了天盖的转动。

宣夜说是古代测定恒星位置的学者们对天体的一种设想。他们认为天没有一定的形状，日月星辰是“自然浮生虚空之中”，并不是附着于天体的，这是宣夜说独到的地方。但到东汉末年，这种见解便已失传了。

浑天说是西汉中期新兴的一种学说，认为天像蛋壳，地像蛋黄，居在天内，日月星辰都在蛋壳上不停地转动。这个学说把地比作像蛋黄那样的球体，虽然不十分恰当，但由此可见，二千多年前，我们祖先已经有地圆的思想，这是很可贵的。

有了浑天说，人们就计划制造浑天仪来观测星辰。西汉武帝时候的落下闳，大约是第一个着手制造浑天仪的人。宣帝时耿寿昌铸铜为象，永元十五年(103)贾逵创造了黄道铜仪，也都是浑天仪。

这些就是张衡以前我国天文学和仪象制造的大概情况。

张衡对我国古代天文学，下过很大的功夫去研究，对各派学说作了分析比较，并且对天象进行实际观测。到被任命为太史令以后，他更利用这个便利的条件深入研究。经过多年苦心研究的结果，他认为盖天说站不住脚，浑天说则比较合于实际。这以后，他就以浑天说做基础，加上他自己观察天象的心得，发展了原来的浑天说，创造了一套新的、在当时最完备的浑天学说。张衡这种善于接受前人文化遗产而又不受传统束缚，既有独创精神而又注意实际观测的精神，无疑是值得钦佩和学习的。

张衡给我们留下了二部在天文学史上占有很高地位的著作：一部是《灵宪》，另一部是《浑天仪图注》。他的浑天学说，主张天是圆的，宇宙是无限的，这是他的独创的见解。不过他还认为太阳是围绕着地球不停旋转的。但他却找出了太阳运行的规律（实际上是地球围绕太阳旋转的规律），并且指出赤道、黄道和北极的地位，因而他也讲出了为什么夏季日长夜短，冬季夜长日短的原因。这是我国天文史上的辉煌成就。

以他的浑天学说为基础，张衡在天文学上作出了一系列创造性的重大贡献。例如他在《灵宪》这部书里，说月是“向日禀（受）光，月光生于日之所照”。这就是说，月亮本来是不会发光的，月光是太阳光照在月亮上的反射。这是完全合于科学的。他对月亮的盈缺也作出了解释：他说月亮是绕着地球不停地旋转的，当月亮转到地球和太阳中间的时候，向着地球一面受不到太阳光，而月亮自己又不会发光，因此一片黑暗，我们在地球上也就看不见月亮。这一天就是阴历每月的初一，叫做“朔”；到阴历每月的十五或十六，月亮转到地球另一面了，这时候地球处在太阳和月亮的中间，月亮被太阳光照亮的一面，正好面对着地球，因而在我们面前就出现了圆圆的满月，这一天叫“望”。

张衡还在《灵宪》这部书里说明月蚀的道理。他说：“在望月的时候，月光被地球的影子遮住了，这就出现月蚀的现象。”这个解释基本上也是正确的。

在《灵宪》里，张衡也谈到恒星。他说，常明的星有124颗，可名的有320颗，在中原地区可以看见的星共有2500颗，在海外能看见的没有计算在内。据现代天文学家的计算，到我们肉眼能够看见的六等星为止，总数约6000颗，而在同一时间同一地方所能见到的星，也不过2500颗左右。可见张衡的观察是比较精确的。

张衡在天文学上这种创见和发现，在今天看来，虽然并不稀奇，而且还有不科学的地方，譬如他相信地是天体的中心，日月是星辰绕地运行等等。但在一千八百多年前科学水平还很低的时候，张衡能有这样的见解，这就使我们不能不惊异他大胆的创见和卓越的智慧了。以张衡和世界各国同时代天文学家相比，他也是最杰出的一个。这是值得我们骄傲的。

不仅如此，张衡还根据他的浑天学说，创制了远远超过前代的、世界上第一架能比较准确地测定天象的浑天仪。

张衡创制浑天仪成功，是在公元117年（汉安帝元初四年），那时他是四十岁。为了制造这架仪器，张衡费了不少力气和时间。他经过艰苦的研究和观察，才设计出一个图案来。他还先用竹劈削成薄薄的篾片，在篾片上刻了度数，

然后该编的编，该圈的圈，再用针线把篾片穿钉了起来，制成一个模型，作为试验。经过多次试验和修改，然后用铜铸成正式仪器。从这里可以知道张衡除了有敢想、敢干的创造精神以外，又是如何地不避艰苦并且非常细致地对待科学工作的。

浑天仪是球形的东西，有个铁轴贯串球心，轴的方向就是地球自转的方向。轴和球有两个交点——天球上的北极和南极，北极高出地平36度，这就是当时京师洛阳的地理纬度。浑天仪的外圈的圆周一丈四尺六寸一分，各层铜圈上分别刻着赤道、黄道、南北极和二十四个节气，以及二十八宿和日月星辰。当时已经发现了的天文现象，都在这架仪器上刻划着表现出来。

为了使浑天仪能够按照时刻自己转动，张衡又把浑天仪和一组滴漏壶联系起来。滴漏壶是我们祖先用来测知时刻的仪器，它用一个特制的器皿盛着水，这器皿下面有小孔，水通过小孔，一滴一滴地流到刻有时刻记号的壶里去，因而可以由壶里的水的深浅知道是什么时刻。张衡把滴漏壶和浑天仪联在一起，利用壶中滴出来的水的力量，来推动齿轮，齿轮再带动浑天仪，一天一转。这样，他就使浑天仪上所刻的天文现象，按时刻而自动地呈现出来。人们在屋子里看浑天仪，就可以知道什么星已从东方升起，什么星已到中天，什么星就要向西方下落等等。这说明张衡除了天文以外，对机械原理也有精到的研究。张衡的这个创造发明，后来经过唐朝的一行和梁令瓒、宋朝的张思训和苏颂等的发展，制成了世界上最早的天文钟。

张衡创制的浑天仪原来放在东汉政府的灵台上，一直保存到魏晋时代。西晋末年发生战乱，铜仪被移到长安。公元418年，刘裕军队攻进长安城，获得了这架仪器，但已经残缺。此后它就不知下落了。

以后唐、宋和元朝，也都铸造过浑天仪，基本上和张衡的原作相同，但有所改进。现在陈列在南京紫金山天文台的浑天仪是明朝正统三年（1438）钦天监监正皇甫仲仿照元朝郭守敬的浑天仪造成的。

世界上的第一个地震仪——地动仪

张衡创制了浑天仪的第四年，即公元121年（汉安帝建光元年），被调任公车司马令。公车司马令的职责是保卫皇帝的宫殿，通达内外奏章，接受全国官吏和人民的献贡物品，以及接待各地调京人员等等。把科学家张衡调到这样的一个职位上，充分说明封建皇帝如何不重视科学，不让有天才而在学术上有雄心壮志的人，有充分发挥才能的机会。然而，就是在这样的工作岗位上，张衡还是利用一切可能利用的时间和精力，继续进行学术研究。除了天文学以外，他还对数学、物理和机械制造等方面，下了很大的苦功。公元126年（汉顺帝永建元年），张衡又被调回到太史令的职位上。在张衡，可能认为太史令的职务对他比较合适，而当时则有一些热衷于名利的人，由于张衡没有升官而加以嘲笑。这时候，张衡写了一篇用《应间》做题目的文章来答复这种可鄙的嘲笑。在文章里，张衡表示了他热爱科学研究的高尚志趣，说他决不以官职卑小为耻，而以学问不深、知识不广为羞；表示他无心和那些贪图名利的人争长短，而愿意和有学问的人做朋友，共同研讨

学问。

除了浑天仪以外，张衡在世界科学史上另一个不朽的创造发明——地动仪，就是他第二次担任太史令期间完成的。

据史书的记载，汉朝从公元96年到125年这三十年期间，有二十三年曾经发生过大地震，尤其是公元119年（汉安帝元初六年）发生的两次大地震，造成了很严重的灾害。第一次发生在二月间，京师和四十二个郡都受到影响，严重的地方土地陷裂，地下涌出洪水来，城廓房屋倒塌，死伤了很多人。第二次是在冬天，地震的范围也有八个郡，生命财产的损失也不少。当时人们因为缺乏科学知识，对于地震非常惧怕，还以为是神灵在主宰。张衡并不这样想。他细心研究这个问题，经过长期的努力，终于在他五十五岁的时候（公元132年），发明了可以测定地震的方向的地动仪——世界上第一架地震仪。

由于封建统治者不重视科学，张衡的地动仪，后来不知在什么时候毁失了。

为了弄清楚张衡制造地动仪的原理和地动仪的构造，后代的科学家曾经加以研究。近年根据《后汉书》中《张衡传》的记载，运用现代科学知识，终于弄清楚了张衡当时制造地动仪所应用的原理，并据此制造了一个地动仪的木质模型，现在陈列在我国首都北京的中国历史博物馆里。

张衡的地动仪，原来是用青铜制造的，形状像一个大酒樽，圆径有八尺。仪器的顶上有凸起的盖子，仪器的表面刻着篆文、山、龟和鸟兽等花纹。仪器的周围镶着八条龙，龙头是朝东、南、西、北、东北、东南、西北、西南八个方向排列的，每个龙嘴里都含着一颗铜球。每个龙头的下方铸了一个蛤蟆，它对准龙嘴张着嘴巴，像等候吞食物一样。当地震发生时，那个方向发生了震动，那个方向的龙头因为受到震动就张开了嘴，把铜球吐出，落到蛤蟆张开的大嘴巴中。铜球落到蛤蟆嘴里的时候发出了响亮的声音，人们听到声音就可以来检视地动仪，看哪一个方向龙嘴的铜球吐落了，就可以知道哪一个方向发生了地震。这样一方面可以记录下正确的地震材料；同时也可以朝着地震的方向，寻找灾区，做一些抢救工作，减少损失。

这一个地动仪非常精确、灵敏。公元138年（汉顺帝永和三年）甘肃东南部发生了地震，放在离开震区一千里以外的洛阳的地动仪，就测量出来了，西面龙嘴里的铜球果然落到了蛤蟆口中。起初京师的官僚、学者们纷纷议论，认为洛阳丝毫没有感觉到地震的波动，还怀疑地动是否准确；过了几天，甘肃果然来了报告，于是一般人这才信服。

地动仪的内部构造，大体是这样的：在仪器樽形部分的中央，竖立着一根很重的铜柱，铜柱底尖、上大，张衡叫它做“都柱”。在都柱的四周围连接了八根杆子，杆子按四面八方伸出，直接和八个龙头相衔接。这八根杆子就是今天机械学上所说的“曲横杆”。

平时地动仪平稳的放着，都柱也垂直竖立在仪器的中央。但因为都柱上粗下细，重心高，支面小，像一个倒立的不倒翁，这样就极易因受震动——即令是微弱的震动——而倾倒。遇有地震发生，譬如东方发生地震，东面的地壳自然发生波动，震波影响都柱，易于倾倒的都柱自然倒向地壳震动的方向。沉重的都柱向东倒去后，于是推动了东方的



张衡陵园

横杆，横杆推开含有铜球的东面的龙嘴，龙嘴因而吐出了铜球。

近代欧洲人发明的地震仪虽然要比张衡的地动仪精密，它除了能够测知地震是发生在哪一个方向以外，还能够测知震动的强弱，并且以曲线把震动的波纹记载下来。但这发明在张衡创制地动仪的一千七百年以后，并且所根据的原理和张衡基本上是相同的。这又使得我们不能不因张衡的卓越成就而感到自豪。

除了地动仪以外，张衡还创造了另一个气象学上的仪器，这就是候风仪。以前许多人以为“候风仪”和“地动仪”是一种仪器，据最近科学家的研究，地动仪和候风仪是两种仪器。

我们祖国的气象学也是发展得最早的，所以很早就有雨量器和候风仪的发明。关于张衡的候风仪，现在没有留下什么记载，我们无从知道它比以前的候风仪究竟有什么重大的改进和特殊创造的地方。但有一点现在已经明确，就是张衡的候风仪是一只铜乌，和地动仪一起设在灵台上面。这和现在外国的风信鸡，大约是相类似的东西。但外国的风信鸡到十二世纪的时候才有，比张衡的候风铜乌要迟一千年。

张衡在其他各科学术方面也有很大的成就。首先，在机械制造方面，张衡在人民大众的劳动生产经验的基础上，曾经利用水力推动木片制造成活动日历，也曾制造过指南车。这些东西现在都已失传。据科学家的研究，他是运用差动齿轮原理制成的，但实际情况我们无从知道究竟。

在数学上张衡也有卓越贡献，他写过一本叫《算罔论》的专门著作。可惜也早已失传了。但据三国时代刘徽引用《算罔论》中的话，知道张衡当时计算出圆周率是3.1622。这和今天大家知道的圆周率是3.1416虽有距离，但是，张衡在一千八百年前就能有这样精密的计算，是不能不使我们惊叹的。

在地理学方面，张衡曾就他研究的心得，绘出一幅地形图来，流传了好几百年。

在历史学方面，他曾下过很大的功夫，对司马迁的《史记》和班固的《汉书》，提出过十几条修改意见。张衡曾经向东汉朝廷要求，让他去从事《汉纪》这部著作的编纂工作，但是落空了。

张衡并且是东汉时代六大画家之一。

这些事实说明了张衡在学术上是一个多方面发展的人物，而张衡之所以能够在各科学术上都有一定的成就，决不仅仅是由于他的天才，更重要的，是由于他能刻苦钻研，肯于调查研究，注重实践，有实事求是的精神。

反对图谶的斗争

张衡还参加了当时尖锐的思想斗争，这主要是反“图谶”的斗争。

“谶”是一种谜语式的预言，原来是巫师和方士弄出来的勾当。后来有些读书人就利用阴阳五行的传说，编造了

许多寓言性的谶语，并且附会这些是周公、孔子或其他古圣先贤的话。西汉统治集团就利用它来欺骗人民，巩固他们的地位。譬如西汉皇族就曾用这种鬼话说他们是受命于天来统治世间的，王莽也曾用这来证明他是命该做皇帝的。东汉第一个皇帝刘秀也是如此。这些编造和解释图谶的无耻政客官僚，为了求得富贵，甚至把统治集团的荒淫无耻、残害人民的行为，说成有根有据，来麻醉人民的反抗情绪。因此，当时的所谓“图谶之学”不仅是迷信的东西，更重要的它是统治集团压迫和剥削人民的理论依据。公元 123 年（汉安帝延光二年），有人主张利用“图谶之学”来修改历法，因而发生了一次大争辩。在争辩中，张衡曾经说过：“天之历数，不可任疑从虚，以非易是。”意思就是说：历法只能按照自然界的本来情况来编订，而不能任凭主观的推测加以歪曲或增减。这是张衡的唯物论思想。反对派被驳倒以后，历法才没有被牵强附会地加以修改。

张衡也反对用“图谶之学”作为太学考试的内容。他用考究历史事实的方法，来证明图谶决非“圣人”所作，既无效验，也不足凭信。公元 133 年他给皇帝上了一个奏章，主张用行政命令来禁绝图谶。他说：“西汉初年没有图谶，图谶是到西汉后期才有的，怎样能够说是‘圣人’所作的呢?”他又说：“有些人爱谈论图谶，正好像不会绘画的人不愿意画狗和马，而只爱画鬼；因为鬼没有人看见过，可以由他乱画，谁也指不出他的错处，而狗和马是大家常见的，画得不像是不行的。”

不过，张衡反对图谶和东汉另一个伟大思想家王充（他著有《论衡》一书）是不同的。王充从唯物论和无神论的观点出发，从根本上否定这一套鬼话，而张衡则没有那样彻底，甚至对阴阳五行的说法，还采取了保留的态度。他虽然反对图谶，但还是为儒家学说辩护，他怕孔子等“圣人”被妖化了。这是张衡思想上的局限性的表现。

政治上的张衡

张衡在政治上是热切地希望东汉朝廷能够整顿吏治，简选人才，加强礼制，主张减轻一些对劳动人民的剥削和压迫，他虽然不同于一般官僚士大夫，但根本还是为了维护封建统治。公元 133 年（汉顺帝阳嘉二年），张衡第二次被调离太史令这个职位，改作侍中。侍中是在皇帝身边的官，随时有向皇帝说话的机会，张衡原来很想利用这个机会劝皇帝整顿一下政治，但因为受到宦官们的排挤和诽谤，非但没有收到实际效果，反而被排挤出了朝廷。

据史书的记载，有一天，汉顺帝问张衡最可恨的是什么人，张衡还没有答复，站在旁边的宦官，知道张衡愤恨他们的胡作非为，害怕张衡向皇帝说起他们的罪恶，就瞪着眼睛来盯着张衡，以至于张衡不敢说出他心里要说的话来。虽然如此，宦官们认为张衡在皇帝身边，对他们是一个很大的危险，纷纷向皇帝说张衡的坏话。以至于使张衡无时不受到沉重的压力，并且在政治上毫无建树。

张衡总共当了三年侍中，因为在政治上不能有一点施展，仍旧以闲暇的时间从事于学术研究——尤其是历史研究。上面提到过他要求去编纂《汉纪》，和提出《史记》和《汉书》的修改意见，便是他当了侍中第二年的事。这一年他

还作了《思玄赋》，在这篇文章里，张衡一方面悲叹人民的疾苦，也表达了自己要和恶势力作不妥协斗争的决心，同时也说到了自己准备以后从事文献的整理、专心于著作的愿望。这说明了当时张衡的矛盾的心理状态。

公元 136 年（汉顺帝永和元年），张衡因被排挤而调任为河间相——河间太守。河间在现在河北省东南部，是东汉朝廷封王的采邑，河间王刘政是个很骄奢横暴的人。张衡初到河间的时候，的确对地方政事多少作了一些整顿，也打击了一批豪强，清理了一些冤狱，因而受到当地人民的称颂。但是，政治的黑暗和贵族豪强的蛮横残暴，是封建社会的必有现象，张衡哪里会有一个比较彻底的办法？同时，张衡又清楚地看出了当时东汉帝国统治阶级的腐败以及边境不时发生战事的事实。作为封建士大夫的张衡悲愤万状，因而作了《四愁诗》，诗里充满了忧国伤时的苦闷情绪，也表达了他的理想和愿望。但他的苦闷的情绪是无补于实际的，他的美好的愿望不用说也是不可能实现的。

愿望不能实现，苦闷愈积愈深。公元 138 年，张衡已经六十一岁了。他上书给皇帝要求免去官职，回故乡去。他在这时候写的《归田赋》里，充分表露了“独善其身”的消极的逃避现实思想，也表示了对当时政治的不满。

张衡归田的愿望没有得到实现，就在这一年，他又被调回京师担任尚书的职务。尚书是朝廷里帮助皇帝处理政务的头等大官，这时候他接触到的实际政治问题更多了。他愈明白当时政治腐败的实际情况，他愈是悲观失望。第二年，祖国历史上这位杰出的科学家便在悲观失望中与世长辞了。

结语

张衡生活在一千八百多年以前，到今天还受到祖国广大人民的敬仰，这是由于他在科学上作出了巨大的贡献。他在科学上所以能够获得那样大的成就，这是因为他刻苦钻研、注重实践，善于接受前人遗产而又不为传统所束缚，既有实事求是的科学态度，又有敢想敢做的首创精神。他在天文历算和机械学上的巨大成就，他对地动仪和浑天仪的创造，都在世界科学史上放着不朽的光芒。

【张仲景】

张仲景，名机。南阳郡涅阳（今河南南阳）人。生活于公元 2～3 世纪间，医学家。

据宋《太平御览·何颙别传》记载，张仲景儿童时就很聪颖，成年后拜同郡张伯祖为师学医，颇有造诣，时人称赞他的医术已超越老师。晋皇甫谧《甲乙经序》记载：汉献帝时，张仲景拜见宫廷官员王仲宣，时仲宣 20 余岁。仲景从气色形体观察，认为他有难治疾病，预言 20 年后，会发展眉毛脱落，再半年就会死去。如果立即服用五石汤治疗，疾病可能好转。王仲宣不以为然，虽然接受药物，却未服用。3 日后，仲景复见仲宣，问他是否服药，答已服。仲景经过诊断，指出他并未按医嘱服药，对王仲宣说：“君何轻命也！”表示惋惜。20 年后，王仲宣果然眉毛脱落，又过 187 天即死去，与仲景预言相符。后世谓王仲宣所患是麻风病，张仲景富于临床经验，故预言准确。

宋代校正医书局高保衡等《伤寒论

序》中曾提到张仲景“举孝廉，官至长沙太守”。对于这一记载，自1826年日本人平笃胤著《医宗仲景考》就有不同看法。平笃胤根据《后汉书·刘表传》等书考证，认为在汉灵帝和汉献帝在位期间（公元168—220年），先后有孙坚、苏代、张羡、张怿任长沙太守，在这个期间张仲景不可能做过此官，否定了张仲景官长沙太守的说法。但是，1936年上海出版的《国医文献》创刊号，载文称张羡即张仲景，理由是“羡”与“景”字义相通，因此认为张仲景曾官长沙太守。但这些都不是结论，张仲景生平中的这一问题，至今仍有争议。

张仲景生活在战争频繁疾病流行的年代。据《后汉书·五行志》记载，从汉安帝元初六年（公元119年）至献帝建安二十二年（公元217年），在不到100年间，大疫流行10次。当时诗人曹植写过一篇《说疫气》的文章，提到建安二十三年（公元218年），疠气流行，“家家有僵尸之痛，户户有号泣之哀”，魏文帝曹丕在给吴质的一封信中也说到，当时著名的“建安七子”，其中徐干、陈琳、应玚、刘桢四人，都是因传染病死去的。而张仲景也自称家族200多口，从建安初年（公元196年）起，不到10年时间，死亡三分之二，其中因伤寒病死去的占十分之七，可见疾疫流行的严重程度。

当时人们对疾病的认识却是错误的，一些患病之家迷信巫神，总是企图用祷告驱走病魔。医生得不到临床实践机会，所以很少研究医术，而终日却以主要精力结识豪门，追求荣势，这样医学当然很难得到发展。

在这样的历史背景下，张仲景深有感触，决心解决危害人民的疾病问题。为此，他从阅读《素问》、《九卷》、《八十一难》、《阴阳大论》等前代古籍入手，在“勤求古训、博采众方”的基础上，经过临床实践的验证，最终写成《伤寒杂病论》一书。

古代中医所谓的“伤寒”和现代医学的“肠伤寒”是完全不同的概念。古代中医的“伤寒”，是指从发热起始的急性病（包括某些急性传染病）的总病名。《素问·热论篇》曾说：“今夫热病者，皆伤寒之类也。”《难经》记载说：“伤寒有五：即中风、伤寒、湿热、温病、热病。”表明古人所指的“伤寒”包括的范围是很广的。张仲景《伤寒杂病论》的问世，在很大程度上解决了前述的疾病认识问题，它在病因、病机、疾病的突发转变，以及诊断治疗等方面都摸出一套完整的规律，不仅对治疗当时发热性传染病具有很重要的意义，同时，也为我国后世医学的发展创造了良好开端。

《伤寒杂病论》原书16卷，因战乱关系，书籍曾经散失，现存张仲景著作是经西晋太医王叔和整理过的。晋代皇甫谧《甲乙经序》曾称赞王叔和“撰次仲景，选论甚精”。近人余嘉锡《四库提要辨正·伤寒论》称：“以余考之，王叔和似是仲景亲授弟子，故编定其师之书。”由弟子整理老师著作，是顺理成章的。但是，王叔和整理《伤寒杂病论》时，却将该书分为《伤寒论》和《金匮玉函要略方》二书，前者论伤寒，后者论杂病。由于汉晋时期，著述仍然以竹木简牍或帛书为主，保存不易。王叔和整理的张仲景著作，一个时期中又

有散乱，至北宋中期校正医书局委派孙奇、林亿等校正医书，张仲景著作再次重新整理。计整理出《伤寒论》10卷、《金匮玉函经》8卷、《金匮要略方》3卷。上述三书，《金匮玉函经》在北宋以后流传并不广泛，研究者很少。其他《伤寒论》和《金匮要略方》则流传日广。特别是《伤寒论》在北宋时研究者就开始增多，其主要学术内容最值得重视的有以下几方面。

首先，《伤寒论》发展了《内经》学说，确立以“六经”作为辨证施治的基础。六经辨证原是《素问·热论篇》根据古代阴阳学说在医学中运用而提出的辨证纲领。所谓“六经”是指太阳、阳明，少阳（三阳）；太阴、少阴、厥阴（三阴）六者而言。这是按照外感发热病起始后，在发展过程中出现的各种证状，并结合患者体质强弱的不同，脏腑经络的生理变化，以及病势进退缓急，加以分析综合得出的对疾病的印象。三阳指表、热、实证；三阴指里，寒、虚证。凡病之初起，疾病在浅表，出现热实现象的，如脉浮，头项强痛而恶寒者，属于阳证的便称太阳病。凡病邪入里，病情属于阳证，并表现胃中燥实，大便干燥、发热谵语、口渴、脉象洪而有力、舌苔黄厚的属热实在里，称阳明病。另一种既非表证，又非里证，证状表现为口苦、咽干、目眩、胸胁苦满、寒热往来的半表半里状态，也属阳证范围，称少阳病。所谓三阴病，一般多是三阳病转变而来，特点是不发热，证状表现虚寒现象，如腹满、呕吐、腹泻、口不渴、食不下等称太阴病。如疾病出现脉象微细、四肢厥逆、怕冷、喜热饮，说明气血虚弱，称少阴病。还有一类疾病多因误治，呈现上热下寒，忽厥忽热，饥而不思食，或下利不止，手足厥冷，呈现寒热错杂现象的称厥阴病。上述按六经证侯的分类并不是孤立的六种证候群，而是它和人体脏腑、经络、气化各方面都有机地联系一起进行观察认识的。从总的方面说，三阳表示肌体抵抗力强，病势亢奋。三阴病表示肌体抵抗力弱，病势虚弱。六经病证的治疗，各有一定治则。如太阳病按证候又有“中风”、“伤寒”、“温病”之分。凡无汗、脉紧的，属表实，方用麻黄汤发汗，开腠理，驱寒邪。如脉浮缓，有自汗，属表虚，则用桂枝汤解肌发汗。其他按证立方。属于阳明病的，主要指胃有实热或邪热蕴里，又有阳明经证和阳明腑证之分。前者身热，汗自出，不恶寒，反恶热者，治疗以白虎汤清热保津为主。后者，证见身烧壮热，或潮热，手足有汗，绕脐痛，大便秘结，小便黄赤，故治疗以用三承气汤攻下燥结为主。少阳病邪在半表半里之间，故以大、小柴胡汤为主方。至于三阴病，因属虚寒、虚热之证，疾病起因多属寒邪直中少阴，以及年老虚弱抗邪乏力之人，病情均较险峻。另一种则为传经之邪，因误治而呈现的身体卷缩，手足厥冷、昏沉萎靡或下利不止，脉象不清等，亦为危重之象。法以理中汤、四逆汤或附子汤为主方，取温通中阳和回阳救阴之效。总之，张仲景六经证治，乃是在当时疾病流行之时，通过医疗实践总结的一个热病治疗的总规律。

其次，《伤寒论》在辨证论治方面也有重要创造，这就是诊断疾病时，以阴、阳、表、里、寒、热、虚、实为纲，通称“八纲”，八纲中阴、阳为总纲。表、热、实属阳；里、寒，虚属阴。凡

外感疾病，对身体壮实的人来说，多邪从阳化，形成表、热、实证。而对身体虚弱的人来说，病邪多从阴化，成为里，寒、虚证。

八纲辨证的诊断方法是应用“四诊”，即望、闻、问、切。从观察病人面色、形体、舌质，聆听病人声音，嗅闻排泄物气味，询问病史，现有病情，以及通过切脉、诊肌肤，了解病情的诸方面，从而取得疾病的深浅程度（表里），病象的寒热、盛衰（虚实）印象，然后分别疾病所属三阳，三阴的某一类型。张仲景《伤寒论》非常重视疾病的变化和假象。如一些证状，类似实热证候，而脉却呈现沉细无力的，或如四肢厥逆者，而脉象却呈现沉滑有力的，都是“真寒假热”或真热假寒”现象，《伤寒论》有多条例证。另外，张仲景还认为在诊断病情时，脉象和证侯要互相参证取得病情依据，有时要“舍脉从证”；有时要“舍证从脉”。明代李中梓《医宗必读》卷二称，“仲景曰：病发热头痛，脉反沉，身体疼痛，当救其里，用四逆汤，此从脉之沉也。”又说：“少阴病，始得之反发热，而脉沉者，麻黄附子细辛汤微汗之，……从证不从脉也。”

再次，《伤寒论》在用药方法上是多种多样的，可归纳为汗、吐、下、和、温、清、补、消八种方法。也可说是按照病情用药时的八个立方原则，通称“八法”。针对不同病情，汗下，温清，攻补，消补，也可分别并用。凡寒证用热药或热证用寒药，为“正治法”。如疾病出现前面所说的“真寒假热”或“真热假寒”现象，可采取凉药温服，热药冷服，或者凉药中少佐温药，温药中少佐凉药，这称为“反治法”。总之《伤寒论》一书所体现的治疗方法是多种多样的，是依据临床实际制定治疗方案的。有时先表后里，有时先里后表，或表里同治，极为灵活变通。后世总结该书共包括397法，113方。其中“扶正祛邪”、“活血化瘀”、“育阴清热”、“温中散寒”等治疗方法，对后世学者有很大启发，得到广泛应用。宋陈振孙《直斋书录解题》称：“古今治伤寒者，未有能出其外也。”

《金匮玉函经》是《伤寒论》另一版本。宋代校正医书局称两书“同体而别名”。即两部书的书名不同，但内容多有相似之处。该书经宋英宗治平三年（1066）校正后，在“序言”中写道：王叔和经手整理的张仲景著作，恐怕在那竹简纸帛抄写的年代容易散失，所以又用《金匮玉函经》的书名，写了这一别本，有“宝而藏之”的意思。这部书共8卷，29篇，115方。卷一证治总例，卷二—四辨痉湿暍，辨脉和辨六经形证，卷七、八为方。但此书在南宋以后又很少见到，至清康熙年间，何焯（义门）得到善本，称此书为“医学之论语”，辗转流传至今。

再有《金匮要略方》（或称《金匮玉函要略方》或《金匮方论》）是校正医书局在前二书之后校正的。该书在晋以后又曾散失。至北宋时，学士王洙在馆阁发现一部分经虫蚀过的简牍，经考订，这些简文就是张仲景的《金匮要略方》，于是抄录为3卷。上卷辨伤寒，中卷论杂病，下卷为方论。由于该书并不完整，有的有方无证，有的有证无方。至校正医书局校订本书时，在王洙整理基础上，又从前代署名张仲景的众多资

料中加以拣选成书，共25篇，262方。就中国现存古代医书而言，《金匮要略》所收病种之多，论证之详尽，列方之有效程度，均为前所未有。名方如小建中汤治虚劳，葶苈大枣泻肺汤治肺痈，括蒌薤白白酒汤治胸痹，苓桂术甘汤治痰饮，茵陈五苓散治黄疸，薏苡败酱散治肠痈，至今沿用。剂型治法包括汤、散、丸、膏、熏、洗、酒剂等多种。尤其值得提出的是，该书和《伤寒论》一样，没有古代封建迷信内容，完全摆脱巫术的羁绊，体现中国古代科学的精蕴，这是极为难得的。另外，该书所论述的治病求本和预防疾病的思想，对中国后世医学的发展也创造了良好开端。如“上工治未病，何也？四季脾旺不受邪，即勿补之。”“未病”即言未病之前，应预防疾病。既病之后，要考虑脏腑疾病的转变。以肝脾为例，要求医生必须掌握病情，灵活用药。在用药方面，该书也有很多特点，如大、小青龙汤同治溢饮。而葶苈大枣泻肺汤既用于痰饮，又用于肺痈。后世认为这是“异病同治”和“同病异治”的代表性范例。至于药物的使用和配伍，也有特点，如附子生用配干姜，取回阳救逆之意；而附子熟用又可止痛；麻黄与石膏同用，既可治水肿，又可疗哮喘。这些用药经验，在东汉以前无书记载，是张仲景在前人临床实践基础上，结合个人心得总结记录的。全书方剂用药少者一二味，多者十余味，选药精凿，配伍周密，显示古代中医辨证施治和临床用药的精思妙要。清代徐大椿《医学源流论》卷下评称：“《金匮要略》乃仲景杂病之书也，其论皆本于《内经》，而神明变化之，其治病无不精切周到，无一毫游移参错之处，实能洞见本源，审察毫末，故所投必效，如桴鼓之相应，真乃医方之经也。”

张仲景的医学著作，在我国目录学著作中还有很多记载，如《隋书·经籍志》记载有《张仲景方》15卷，《医方论》条下载：梁有《张仲景辨伤寒》10卷，《疗伤寒身验方》，《张仲景评病要方》1卷，以及《张仲景疗妇人方》2卷等。20世纪初，敦煌发现的卷子中，也有张仲景《五脏论》。可见张仲景医名甚著，用他署名的医书不少，惜今均不传，无从知其内容。署名王叔和撰次张仲景的医书最早见于《旧唐书·经籍志》，记载有“《张仲景药方》十五卷，王叔和撰”；《新唐书·艺文志》记载有“王叔和《张仲景方》十五卷，又《伤寒卒病论》十卷”。这些有记载的书可能是宋代校正医书局整理张仲景著作时的重要依据。

在唐代，《伤寒论》流传并不广泛，著名医家孙思邈《千金要方》中有关伤寒论述，涉及张仲景的学说并不多，提到：“江南诸师，秘仲景要方不传”。晚年著《千金翼方》时，才大量引述了张仲景的伤寒方论。宋代叶得《避暑录话》说：“孙思邈为《千金方》时，独伤寒未之尽，似未尽通仲景之言，故不敢深论，后三十年作《千金翼》，论伤寒者居半，盖始得之。”也说明孙思邈早年对于张仲景著作并不能轻易见到，或者领略不深。至30年后，见到仲景著作，才增加了理解，大量引用。这是当时印刷术尚未发明，一些著作受历史条件限制，不能广泛流传的反映。其后，唐代中期的王焘《外台秘要》也曾收录了不少张仲景医书的内容。宋初，太宗赵光义诏修《太平圣惠方》（公元978—

992年编成)，其中也收录了《伤寒论》的许多内容，但都没有形成比较系统的归纳。如日本学者野渊纮在《中医临床》1978年第11，12期发表的“《伤寒论》的另一古本——淳化本《伤寒论》”一文，就认为《太平圣惠方》卷八有关伤寒的条文，是“反映宋校《伤寒论》原貌的一个确切资料”。可称“淳化本《伤寒论》”。另外，10世纪日本名医丹波康赖著《医心方》，也收入了“张仲景方”。19世纪时，日本还先后发现康平三年(1060)侍医丹波雅忠抄录的卷子本《伤寒论》；以及康治二年(1143)沙门了纯依据唐人写本抄录的《伤寒论》。两书均较北宋校正医书局校订的《伤寒论》时间为早，内容也有不同。其后，明初赵开美影刻宋本《伤寒论》后，该书才更广泛流传。上述书籍，内容文字不尽相同，但它对研究《伤寒论》原貌，均有一定价值。20世纪国内四川、长沙、桂林等地也发现过一些《伤寒论》的古抄本，其内容则待考订。

在宋校正医书局对张仲景著作进行整理以后，研究张仲景著作的医家逐渐增多。著名的如北宋庞安时《伤寒总病论》(1100)、朱肱《南阳活人书》(1107)、郭雍《伤寒补亡论》(1121)；南宋许叔微《伤寒发微论》(1156)；金成无己《注解伤寒论》(1145)、《伤寒明理论》(1156)、刘完素《伤寒直格》(1186)，以及明清时代的王履《溯洄集》(1368)、陶华《伤寒六书》(1445)、方有执《伤寒论条辨》(1589)、喻昌《尚论篇》(1648)、柯琴《伤寒来苏集》(1669)等数百家。日本在18—19世纪时，对《伤寒论》的研究著作也很多。如山田正珍《伤寒考》(1779)、吉益东洞《古文伤寒论》(1792)，丹波元坚《伤寒广要》(1825)、《伤寒论述义》(1827)、浅田惟常《伤寒辨要》(1881)等。在上述著作中，成无己博极研深，本《内经》诸书，发明仲景奥意，为世所重。至明方有执、清喻昌著作则认为王叔和编次、林亿等校正之书，以及成无己注解均有错误，编次重为更定。柯琴则认为《伤寒论》虽经王叔和整理，已非原书之旧，但仍应逐句研审“何者为仲景言，何者为叔和语”。他以六经脉证为总纲，继列方证，更新编次，亦有发挥。日本学者丹波元坚所著《伤寒广要》最为精要，对于阴阳、脉证、寒热虚实，以及诊察、辨证、六经病证等均有讨论，其中对于兼证变化，记载详细，对于仲景学说很有发挥。

对《金匮要略》一书之研究，最早应推明初赵以德《金匮方论衍义》(1368)，惟此书难见，现仅有抄本。清周扬俊著《金匮玉函经二注》(1687)，据赵以德书补注。另有徐彬《金匮要略论注》(1671)、尤怡《金匮心典》(1729)、黄元御《金匮悬解》(1756)，全论杂病，各有发挥。其他如沈明宗《金匮要略编注》(1692)、陈修园《金匮要略浅注》(1803)，于初学医者颇有裨益。另外日本山田正珍《金匮要略集成》(1789)、丹波元简《金匮要略辑义》(1806)、丹波元坚《金匮述义》(1842)，也都是研究张仲景杂病论述的名著。17世纪时，朝鲜许浚编写的《东医宝鉴》，也收了张仲景的伤寒和杂病方。

明代李濂《医史》(1513)“张仲最补传”称张仲景书“实为千古医方之

祖，自汉魏迄于今，海内学者家肆户习，诵读不暇，如士子之于六经，论者推为医中之亚圣”。至清代人们更尊张仲景为“医圣”，如魏荔彤《伤寒论本义》(1721)，即称“叔和修辑医圣之书”。日本丹波元胤《医籍考》引《医林列传》亦称：张仲景“其书为诸方之祖，时人以为扁鹊仓公无以加之，故后世称为医圣”。又该书载称：“《南阳府志》载：清张三翼募建张医圣祠序，桑芸张仲景先生祠墓记，称南阳郡东南阜处，父老相传，为先生墓，与故宅存在。洪武初，有指挥郭云扑其石碑，墓遂没。越有二百六十余年，为崇祯戊辰(1628)，有兰阳诸生冯应鳌者，感寒疾殆危……后病愈，千里走南阳，访之不可得，因谒三皇庙，有仲景像，即纪石庙中而去……。”其后日本冈田静安撰《张仲景先生祠墓记》(1823)，又名《医圣祠墓记》。可见张仲景祠墓早已成为中外医家景仰之地。近半个多世纪以来，中国医学界对于张仲景医学的不朽业绩也非常重视。1933年，著名中医黄竹斋曾亲到南阳张仲景墓地考察，撰成《谒南阳医圣张仲景祠墓记》。1936年上海国医公会编辑的《国医文献》出版了《张仲景特辑》。新中国成立后，高等中医院校列《伤寒论》、《金匮要略》为必读课程。1981年河南南阳市成立了张仲景学说研究会。1982年10月，由中华全国中医学会主持，在南阳召开了张仲景学说讨论会，有中日两国学者参加。1985年又成立了张仲景国医大学。

【马钧】

马钧，字德衡。三国时曹魏人。生于扶风（今陕西兴平东南），生卒年不详，机械学家。

马钧少年游乐，未认识到自己的才华。当博士时，生活贫困，于是改进绫机，并因此而出名。后来，在魏朝担任给事中，同时研制机械。他虽然一生不大得志，但刻苦钻研，设计制造出多种机械。

绫是一种表面光洁的提花丝织品。在曹魏时的旧织绫机上，为了织出复杂、精美的花纹图案，经线要分成几十组，每组经线由一“综”控制，每一“综”由一“蹑”操纵，因此，50综需要50蹑，60综需要60蹑。综控制着经线的分组、上下开合，以便梭子来回穿织；蹑是踏具。考虑到旧绫机“丧功费时”，即劳动强度高、效率低，马钧重新设计，把几十综的绫机，一律改为12蹑，从而简化了操作工序，降低了劳动强度，提高了生产效率。这种高效的新式绫机传播到其他地区，被广泛采用，促进了中国纺织业的发展。

指南车至晚在西汉时已出现，东汉时张衡再次制造，三国时已失传。马钧担任给事中时，一天在朝房里，与散骑常侍高堂隆、骁骑将军秦朗辩论，谈到了指南车。高、秦认为，古书上关于指南车的记载是虚构的。马钧则坚信古代有指南车，只要肯钻研，是可以造出来的。但他遭到了高、秦的讥笑和挖苦。马钧反驳说，空口争论，不如试制一下容易分清是非。于是，高、秦奏准魏明帝，下诏命马钧造指南车。经过钻研，他果然制造成功，以实际成果结束了这场争论。从此，全国都信服他的智巧。

据《后汉书·张让传》记载，东汉中平三年（公元186年），毕岚曾制造

翻车，用于取河水洒路。马钧在京城洛阳任职时，城内有地，可辟为园。为了能灌溉，他制造了翻车（即龙骨水车）。清代麟庆所著的《河工器具图说》记载了翻车的构造：车身用三块板拼成矩形长槽，槽两端各架一链轮，以龙骨叶板作链条，穿过长槽；车身斜置在水边，下链轮和长槽的一部分浸入水中，在岸上的链轮为主动轮；主动轮的轴较长，两端各带拐木四根；人靠在架上，踏动拐木，驱动上链轮，叶板沿槽刮水上升，到槽端将水排出，再沿长槽上方返回水中。如此循环，连续把水送到岸上。马钧所制的翻车，轻快省力，可让儿童运转，“其巧百倍于常”，即比当时其他提水工具强好多倍，因此，受到社会上的欢迎，被广泛应用。直到20世纪，中国有些地区仍使用翻车提水。

造翻车之后，有人进献一种“百戏”模型给魏明帝，造型精美，但不能活动。明帝问马钧，能否使它活动起来，并变得更精巧？马钧回答说，可以。于是，马钧奉诏改进“百戏”。他用木材制成水轮，以水力驱动旋转，通过传动机构，使女乐表演歌乐舞蹈，木人击鼓吹箫；又出现山岳模型，木人在其间跳丸掷剑，攀绳倒立，出入自在；另有百官行署，舂磨斗鸡，动作复杂，灵活多变。“水转百戏”的制作再次展示了马钧在机械传动设计与制造方面的才能。

马钧还善于制造兵器。诸葛亮出师伐魏时使用了一种连弩，可以连续发射十箭。对此，魏军颇为惊奇。马钧则认为它虽然精巧，但未尽善，声称若经过他的改进，功效可提高五倍。三国时官渡之战，曹操曾使用“发石车”攻击袁绍的阵地，但只能单发，效率不高。马钧担心敌方在城楼上挂起湿牛皮，就能挡住发石车抛出的石头。于是他打算制造一种大轮，轮上系着数十块大石头，以机械驱动大轮急速旋转，然后切断系石的绳索，石头便连续飞击城楼，使敌方来不及防御。他曾在车轮上系数十块砖，进行试验，结果砖可飞数百步，证明自己的设计可行。然而，这种设计却遭到地图学家裴秀的讥笑和发难，但得到文学家傅玄的理解和支持。傅玄对安乡侯曹羲说，马先生要制造的是国家之精器、军队之要用，只要费一点木材，用两个人，就能制造，不妨试验一下，免得埋没有用的东西。曹羲接受了这个建议，并把情况转告给武安侯曹爽。但曹爽未予理睬。对此，傅玄感慨地说，试验一下，本来是极易办到的事，马先生是有名的巧人，尚且不受重视，何况那些怀才的无名之辈呢？

马钧善于巧思，注重实践，对技术问题有自信心，但不擅长辞令。

【刘徽】

刘徽，淄乡（今山东邹平）人。生卒年不详，活动于公元3世纪，数学家。

刘徽自述“幼习《九章》，长再详览，观阴阳之割裂，总算术之根源，探赜之暇，遂悟其意，是以敢竭顽鲁，采其所见，为之作注”。《晋书》、《隋书》之“律历志”称“魏陈留王景元四年（公元263年）刘徽注《九章》”。《九章算术注》原10卷，第10卷“重差”为刘徽自撰自注，大约在南北朝后期单行，因其第1问为测望海岛之高、远，遂称为《海岛算经》。唐李淳风编纂《算经十书》，刘、李注《九章算术》与《海

淳風等謹依密率為田十畝二百五步八十八分步之八十七

術曰半周半徑相乘得積步 按半周為從，半徑為廣，故廣從相乘為積步也。假令圓徑二尺，圓中容六弧之一面與圓徑之半，其數均等。令徑一率一而弧周率三也。又按為圖以六弧之一面乘一弧半徑，二因而六之，得十二弧之冪。若又割之，次以十二弧之一面乘一弧之半徑，四因而六之，則得二十四弧之冪。割之彌細，所失彌少。割之又割，以至於不可割，則與圓周合體而無所失矣。弧面之外，猶有餘徑。以面乘徑，則冪出弧表。若夫弧之細者，與圓合體，則表無餘徑。表無餘徑，則冪不外出矣。以一面乘半徑，弧而裁之，每輒自倍。故以半周乘半徑而為圓冪。此以周、徑，謂至然之數，非周三徑一之率也。周三者，從其六弧之環耳。以推圓

《九章算术》圆田术及刘徽注书影

岛算经》并列为其中的两部。刘徽又著《九章重差图》1卷，已失传。刘徽在北宋大观三年（1109）被封为淄乡男。同时所封60余人，多依其里贯。据《汉书》“地理志”、“王子侯表”以及北宋王存《元丰九域志》所载资料考证，淄乡在今山东省邹平县境，汉淄乡侯为文帝子梁王刘武之后。

《九章算术》及刘徽前的中国数学

刘徽登上数学舞台时，面对着一分堪称丰厚而又有严重缺陷的数学遗产。其基本情况是：世界上当时最先进的十进位值制记数法和计算工具算筹在中国使用已千年左右，算筹的截面已由圆变方，长度缩短为8—9厘米，筹算四则运算法则已确立。西汉张苍、耿寿昌在先秦遗文基础上删补而成的《九章算术》集先秦到西汉中国数学知识之大成，并在东汉成为官方制造法定度量衡器所依据的数学经典。《九章算术》包括方田、粟米、衰分、少广、商功、均输、盈不足、方程、勾股九部分内容，奠定了中国古代数学的基本框架；提出了近百个一般性公式、算法，确立了以计算为中心的特点；含有246个应用题，体现了数学密切联系实际的风格；确定了中国古代数学著作算法统率应用问题的基本形式。它提出了完整的分数四则运算法则，比例和比例分配法则，开平方、开立方法则，盈不足术，方程术（即线性方程组解法），正负数加减法则，若干面积、体积公式及解勾股形公式，除个别失误外，都是正确的，许多成就处于当时世界领先地位。《九章算术》之后，中国数学著述采取两种形式，一是为《九章算术》作注，一是以《九章算术》为楷模编纂新的著作。但是，《九章算术》只有术文、例题和答案，没有任何证明。汉魏时期，许多学者如马续、张衡、郑玄、刘洪、徐岳、阚泽等都研究过《九章算术》，他们的著作失传，但由刘徽《九章算术注》中“采其所见”者，可以了解其大概。数学家们力图改进圆周率值，成绩却不理想，如张衡求得$\pi=\sqrt{10}$，可见并未找到求圆周率的正确方法。人们广泛使用出入相补方法证明几何问题。对平面图形，后人称作图验法，在直线形中，它是可靠的，但在曲线形中，却不能真正完成证明。对立体图形，后人称作棊验法。刘徽说：“说算者乃立棊三品，以效高深之积。”三品棊即长、宽、高均1尺的立方、堑堵（斜解立方得两堑堵）、阳马（即直角四棱锥，斜解堑堵得一阳马，及一鳖臑，即各面均为勾股形的四面体）。一般说来，棊验法只可用来验证标准形立体（即可分解或拼合成三品棊者）的体积公式，对一般情形则无能为力。人们在论证圆锥、圆亭、球等体积公式时，采用比较其底面积的方法。这是祖暅原理的最初阶

段。齐同原理在数学计算中已经使用。总之，人们尽管在论证《九章算术》公式的正确性上作了可贵的努力，为刘徽采其所见准备了丰富的资料，但这些方法多属归纳论证，对《九章算术》大多难度较大的算法尚未给出严格证明，它的某些错误没有被指出。刘徽之前的数学水平没有在《九章算术》的基础上推进多少，这就给刘徽“探赜之暇，遂悟其意”，留下了驰骋的天地。自然，他的业绩主要在数学理论方面。

算法及其纲纪——率 长于定量分析，以算法为中心，是中国古代数学的特点。《九章算术》上百个一般性公式、解法，每个都是一种算法，除个别失误外，都具有完全确定性、普适性和有效性等现代算法理论对算法的要求。刘徽《九章算术注》的主要篇幅在于对《九章算术》算法的正确性进行证明论述。进行计算，关键在于找到一种量作为标准，进而找到各种量之间的关系，这就是率。率的本意是规格、标准。经过《孟子》、《墨子》、《周髀》等阶段的演变，到《九章算术》，率成了一个明确的数学概念。刘徽认为“凡九数以为篇名，可以广施诸率”，借助率论证了《九章算术》的大部分算法，约 200 个题目，使率的应用空前广泛深化，把率概念提高到理论的高度。刘徽给出了率的定义：“凡数相与者谓之率。”相与即相关，数在这里是量。一组量，如果它们相关，就称为率。由此刘徽得出率的性质：“凡所得率知，细则俱细，粗则俱粗，两数相抱而已。”换言之，一组有率关系的数，在投入运算时，其中一个扩大（或缩小）某一倍数，其余的数必须同时扩大（或缩小）同一倍数。刘徽进而提出了率的三种等量变换：乘以散之，约以聚之，齐同以通之。它们最初都是从分数运算抽象出来的。分数的分母、分子可以看作相与的两个量，因而成率关系，关于分数的三种等量变换自然推广到率中来。实际上，刘徽关于率的定义就是在经分术（分数除法）注中提出来的。成率关系的一组数若有等数（公因子），则可用此等数约所有的数，是为约以聚之。相反，对成率关系的一组数可以同时扩大某倍数而不改变率关系，是为乘以散之。利用这两种等量变换可以把成率关系的一组数化成没有公因子的一组整数，从而提出了相与率的概念。“等除法实，相与率也”。刘徽的运算大都使用相与率。只有将几个分数化成同一分数单位才能作加减运算，于是产生了齐同术。刘徽说：“凡母互乘子谓之齐，群母相乘谓之同。同者，相与通同共一母也。齐者，子与母齐，势不可失本数也。”同样，对比较复杂的问题，常常有相关的分别成率关系的两组或几组数，要通过齐同，化成有同一率关系的一组数，齐同原理成为率的一种重要运算。刘徽说：“齐同之术要矣，错综度数，动之斯谐，其犹佩觿解结，无望而不理焉。”刘徽对齐同原理的应用是多方面的。若甲、乙之率为 a，b，乙、丙之率为 c，d，欲从甲求丙，可以先从甲求乙，再从乙求丙，称为重今有术。刘徽认为，亦可应用齐同原理，先同乙之率，为 bc，再使甲、丙之率与乙相齐，分别为 ac，bd，则三率悉通，然后应用今有术。刘徽指出。“凡率错互不通者，皆积齐同用之。放此，虽四五转不异也；”刘徽创造的方程新术，就是先求出诸物的两两相与之率，再通

过齐同，化成同一率关系，用今有术或衰分术求解。同一问题，同什么量，齐什么量，可以灵活运用。对均输章第20—26问即凫雁类问题，刘徽提出了两种齐同途径。凫雁问是："今有凫起南海，七日至北海；雁起北海，九日至南海。今凫雁俱起，问何日相逢？"其解法，可以"齐其至，同其日"，则63日凫9至，雁7至。"今凫雁俱起而问相逢者，是为共至。并齐以除同"，$\frac{63}{9+7}$为相逢日。亦可同其距离的分割，齐其日速。南北海距离63分，凫日行9分，雁日行7分。并凫雁一日所行，以除南北海距离，而得相逢日。两种方式，殊途同归，都证明了《九章算术》术文的正确性。盈不足问题在《九章算术》中占有重要地位。即使一般算术问题，通过两次假设，都可以化成盈不足问题（在非线性问题只可得近似解）。《九章算术》首先给出了一般方法："置所出率，盈、不足各居其下。令维乘所出率，并以为实，并盈、不足为法。实如法而一。"设所出 a_1，盈 b_1，所出 a_2，不足 b_2，则不盈不朒之正数为$\frac{a_1b_2+a_2b_1}{b_1+b_2}$。刘徽认为："盈、朒维乘两设者，欲为齐同之意。"同其盈、朒为 b_1b_2，使所出与盈、朒相齐，分别为 a_1b_2 和 a_2b_1，于是 b_1+b_2 次所出，共出 $a_1b_2+a_2b_1$ 而不盈不朒，故每次出$\frac{a_1b_2+a_2b_1}{b_1+b_2}$。方程术即线性方程组解法是《九章算术》最值得称道的成就。《九章算术》按分离系数法列出方程，相当于现在的矩阵和增广矩阵。然后用直除法消元，直到每行剩一个未知数，从而求得方程的解。刘徽把率的思想拓展到方程术中，提出方程是"令每行为率"，因而可以对整行施行乘以散之，约以聚之，并在各行之间施行齐同以通之，从而建立了常数与整行的乘除运算，以及两行之间的加减运算。刘徽接着提出了"举率以相减不害余数之课"的原理作为方程术消元的理论基础。直除法是以甲行某系数乘乙行，再从乙行反复减甲行，直至该系数化为零。刘徽认为直除法符合齐同原理，同是同两行相应的未知数系数，齐是使一行中其余各项系数及常数项与该项系数相齐。刘徽进而创造了互乘相消法，与现今消元法无异。刘徽认为，上述原理和方法对负系数方程同样适用："赤黑相杂足以定上下之程，减益虽殊足以通左右之数，差实虽分足以应同异之率。然则其正无入负之，负无入正之，其率不妄也。"此处"赤黑"即正负数。五家共井问6个未知数，只能列出5行。《九章算术》按方程术解而实际上把一组最小正整数解作为定解。刘徽认为这是"举率以言之"，承认它是不定问题，是为中国古算中第一次明确提出不定方程。刘徽还把率广泛用于面积、体积和勾股等几何计算中。相似勾股形"相与之势不失本率"，是刘徽概括出的一条重要原理。《九章算术》勾股容圆径的公式是 $d=2ab/(a+b+c)$。刘徽用衰分术的证明是：过圆心作平行于弦的直线，分别与勾、股及垂直于勾、股的半径构成与原勾股形相似的小勾股形，且其周长分别等于勾、股，如图1。设勾上小勾股形边长为 a_1，b_1，c_1，则 $a_1:b_1:c_1=a:b:c$，，且 $a_1+b_1+c_1=a$，由衰分术，$b_1=ab/(a+b+c)$，$d=2b_1=2ab/(a+b+c)$。其他测望问题和重差问题

亦可借助率解决。刘徽说："乘以散之，约以聚之，齐同以通之，此其算之纲纪乎？"显然，刘徽把率看成数学运算的纲纪。刘徽认为，今有术在算法中起着基础性作用。所谓今有术就是：若 $A:B=a:b$，则 $B=\frac{Ab}{a}$。刘徽把它看成"都术"即普遍方法，并且说："诚能分诡数之纷杂，通彼此之否塞，因物成率，审辨名分，平其偏颇，齐其参差，则终无不归于此术也。"这里，"平其偏颇，齐其参差"，就是齐同原理。

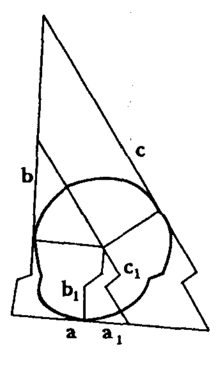


图 1

出入相补原理　出入相补又称以盈补虚，是刘徽之前解决面积、体积问题的传统方法，刘徽对它作了记载、概括和发展。以勾股章"出南北门求邑方"问为例，已知出北门 a 步有木，出南门 k 步折西 b 步见木，求邑方。《九章算术》给出二次方程 $x^2+(a+k)x=2ab$，x 便是邑方。刘徽的出入相补方法是：设北门 C，南门 D，木 B，折西处 C'，见木 A'。作诸辅助线如图 2。勾股形 BEA' 与 $BC'A'$，AGA' 与 AFA' 面积分别相等，故长方形 $BEGC$ 与 $BHFC'$ 面积相等，即 ab，长方形 $HD'F'F$ 的面积为 $x^2+ax+kx$，又等于 $BHFC'$ 之 2 倍，即 $2ab$，故 $x^2+(a+k)x=2ab$。这就证明

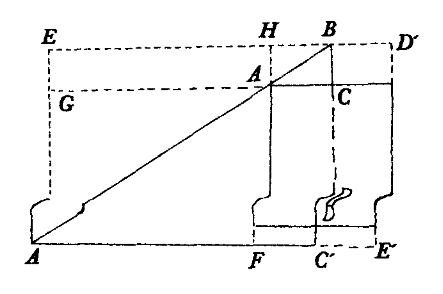


图 2

了《九章算术》方法的正确。刘徽在阐述了日高术之后说，《九章算术》的测望问题"皆端旁互见，无有超邈若斯之类"。他说："虽夫圆穹之象犹曰可度，又况泰山高与江海之广哉？"因此，"辄造《重差》，并为注解，以究古人之意，缀于《勾股》之下"。刘徽说："凡望极高，测绝深而兼知其远者必用重差、勾股，则必以重差为率，故曰《重差》。"从测望技术上说，他使用了重表、连索、累矩三种基本方法，而望海岛（同日高术）、望松、望谷深代表了望高、知远、测深三个基本公式，其余诸问的方法皆可由它们推出。这三个基本公式是：岛高＝表间×表高/相多＋表高，松高＝表间×入表/相多＋入表，谷深＝矩间×上股/上下股差一勾高。刘徽设计的问题的复杂程度大大超过了《九章算术》，有的要测望三次或四次。他说："度高者重表，测深者累矩，孤离者三望，离而又旁求者四望。触类而长之，则虽幽遐诡伏，靡所不入。"刘徽自注已佚，他怎样证明这些公式不得而知，用出入相补原理或比率的原理都是可能的。立体体积公式也可用出入相补原理证明。刘徽证明堑的体积 $V=\frac{1}{2}(b_1+b_2)ah$ 的方法是以盈补虚，将堑变成一个宽 $\frac{1}{2}$

(b_1+b_2)、长 a、高 h 的长方体，如图3。刘徽对其他多面体体积公式的证明则必须在用无穷小分割方法证明了阳马和鳖臑的体积公式之后。而所谓棊验法，是刘徽以前的传统方法，不是刘徽创造的，刘徽甚至不满意这种方法，指出了它的局限性。刘徽还用出入相补原理证明了开平方、开立方程序的正确性。如开 A 的立方，求得初商 a_1，则减根方程 $x_1^3+3a_1x_1^2+3a_1^2x_1=A-a_1^3$ 的几何意义如图4所示，其剩余部分 $A-a_1^3$ 由小立方 x_1^3、三长廉 $3a_1x_1^2$、三方廉 $3a_1^2x_1$ 构成，其中 x_1 为待求的未知数。

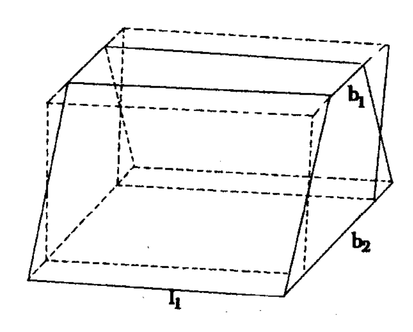


图3　以盈补虚求堑体积

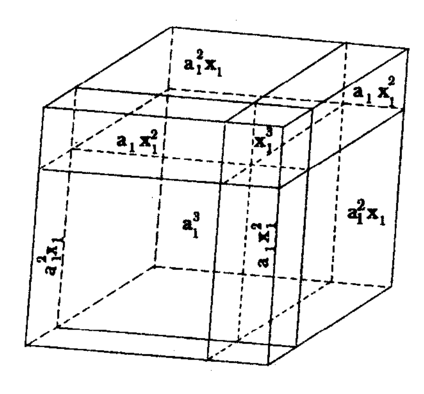


图4　开立方图示

无穷小分割在数学证明中的应用　这是刘徽最杰出的数学贡献。极限思想的萌芽在先秦墨家、名家、道家的著作中就产生了，但主要在于说明他们的宇宙观。千百年来，车轮等圆形器具的制造中实践着化直为曲、化方为圆的过程，就含有极限思想。司马迁将之抽象为"破觚为圜"，以比喻汉废秦之苛法。刘徽则在中国数学史上第一次把极限思想用于数学证明。

割圆术——圆面积公式的证明。《九章算术》提出了圆面积公式 $S=\frac{1}{2}Lr$，S，L，r 分别为圆面积、周长及半径。刘徽用极限思想对之作了证明。他从圆内接正6边形开始割圆，依次得到正 6.2 边形（$n=0$，1，2，…），设其面积为 S_n，每边长 l_n，周长 L_n。他认为割得愈细，$S-S_n$ 愈小。"割之又割，以至于不可割，则与圆周合体而无所失矣。"用现代符号此即表示 $\lim_{n\to\infty} l_n=0$，$\lim_{n\to\infty} L_n=L$，$\lim_{n\to\infty} S_n=S$。另一方面，圆内接正 6.2^n 边形每边与圆周有余径 r_n，显然 $S_n+6.2^n l_n r_n=S_n+2(S_{n+1}-S_n)>S$。但在正多边形与圆周合体的情况下，"则表无余径。表无余径，则幂不外出矣。"亦即当 $\lim_{n\to\infty} l_n=0$ 时，$\lim_{n\to\infty} r_n=0$，$\lim_{n\to\infty}[S_n+2(S_{n+1}-S_n)]=S$。最后，将与圆周合体的正多边形分割成无数个以圆心为顶点以边长为底的小等腰三角形。由于以海边乘半径等于每个小三角形面积的两倍，则这无数个小三角形面积之和应是圆半周与半径之积，正如刘徽所说："以一面乘半径，觚而裁之，每辄自倍，故以半周乘半径而为圆幂。"即

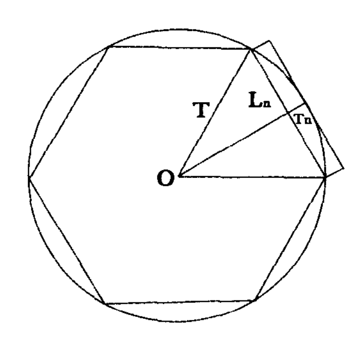


图 5

$$S=\lim_{n\to\infty}6.2^{n}\frac{1}{2}l_{n}r_{n}=\frac{1}{2}Lr。$$

刘徽原理——锥体体积公式的证明。刘徽极限思想最精彩的应用当推他关于阳马与鳖臑体积公式的证明。《九章算术》给出阳马体积公式 $V_y=\frac{1}{3}abh$，鳖臑体积公式 $V_b=\frac{1}{6}abh$，其中 a，b，h 是宽、长、高。刘徽指出 $a\neq b\neq h$ 的情况下由于"鳖臑殊形，阳马异体"，用棊验法"则难为之矣"。他只好另辟蹊径。刘徽首先提出一个重要原理："邪解堑堵，其一为阳马，一为鳖臑。阳马居二，鳖臑居一，不易之率也。"即对任一堑堵，恒有 V_y: V_b = 2: 1。显然，只要证明了这个原理，由于堑堵体积为$\frac{1}{2}abh$，则阳马、鳖臑的体积公式是不言而喻的。这个原理称为刘徽原理。刘徽用无穷小分割证明了它。他将一个阳马与一个鳖臑拼成一个堑堵，再用三个互相垂直的平面平分其长、宽、高，如图 6。则阳马分解为一小长方体，二小堑堵和二小阳马，鳖臑分解为二小堑堵和二小鳖臑。阳马中二小堑堵与鳖臑中二小堑堵拼成二小长方体，与阳马中小长方休共三个全等的小长方体。显然，阳马与鳖臑在

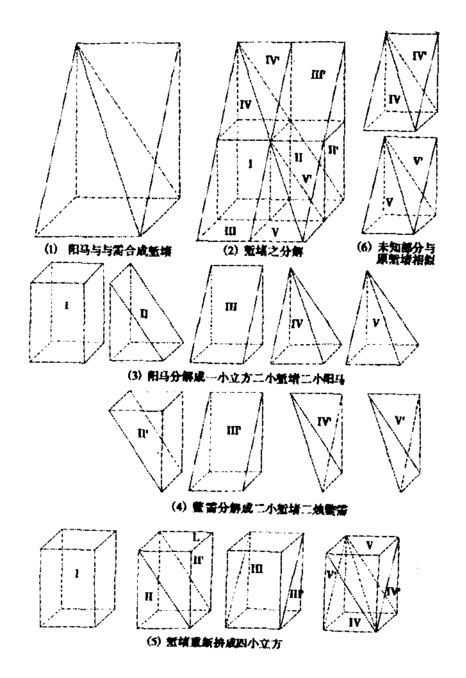


图 6　刘徽原理之证明

其中体积之比为 2: 1。二小阳马与二小鳖臑恰是二小堑堵，它们又合成第四个全等的小长方体。阳马与鳖臑在其中体积之比仍未知。总之，阳马与鳖臑在原堑堵的 3/4 中的体积之比为 2: 1，在其 1/4 中仍未知，"是为别种而方者率居三，通其体而方者率居一"。刘徽指出，若在余下的 1/4 中能证明可知部分阳马与鳖臑体积之比仍为 2: 1，则就可以确定在整个堑堵中阳马与鳖臑体积之比为 2: 1。为什么呢？由于所余 1/4 中，两个小堑堵的结构与原堑堵完全相似，因此可以重复刚才的分割，从而又证明在其中的 3/4 中阳马与鳖臑体积之比为 2 : 1，而在原堑堵的$\frac{1}{4}\cdot\frac{1}{4}$中未被证明。这个过程可以无限继续下去，"半之弥少，其余弥细，至细曰微，微则无形。由是言之，安取余哉？"没有证明刘徽原理成立的部分为 0。换言之，在整个

堑堵中证明了刘徽原理。刘徽原理是刘徽整个体积理论的核心。用无穷小分割方法解决四面体体积是现代数学研究的课题之一，是 D·希尔伯特（Hilbert）《数学问题》第三个问题的主题。刘徽在此前 1600 多年就开始考虑这个问题。

牟合方盖与截面积原理。在证明其他面积和体积时，刘徽以另一种方式使用了无穷小分割。刘徽指出，《九章算术》的开立圆术是错误的。他用两个底径等于球径的圆柱正交，其公共部分称作牟合方盖，如图 7。提出“合盖者，

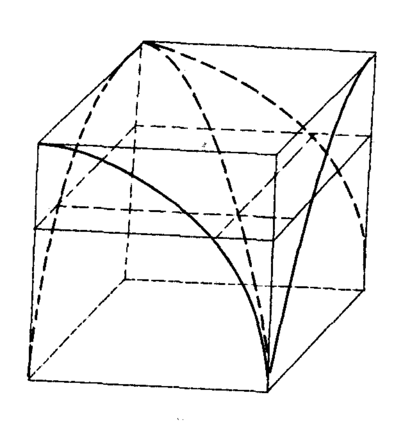


图7 球、牟合方盖与立方(八分之一)

方率也；丸居其中，即圆率也”，指出了彻底解决球体积的正确途径。200 多年后，祖冲之父子解决了这个问题。刘徽还提出圆锥、圆台分别与其外切方锥、方台体积之比为 π: 4，圆锥与以圆锥底周为底之每边长的方锥体积之比为 25: 314（相当于 1: 4π）。刘徽说“上连无成不方，故方锥与阳马同实”。成，训层，如图 8。可见刘徽认为，两立体若等高处的截面积成定比，则其体积成定比。后来西方的 B. 卡瓦列里（Cavalieri）的不可分量原理与之十分接近。刘徽开始把中国对截面积原理的认识提高到理性阶段，为祖暅原理的最后完成作了准备。刘徽还提出圆锥与方锥的侧面积之比为 π: 4。

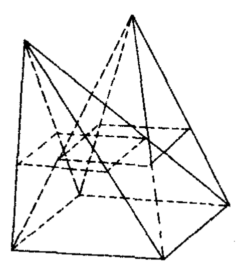


图 8

极限思想在近似计算中的应用。刘徽指出，圆面积公式中的周径“谓至然之数，非周三径一之率也”，因而需要求该数即 π 的精确值。他用割圆程序割直径为 2 尺的圆，依次求出 l_1，l_2，l_3，l_4，算出 $S_4 = 313\frac{584}{625}$寸^2，$S_5 = 314\frac{64}{625}$寸^2，则 $S_4 + 2\ (S_5 - S_4)\ = 314\frac{169}{625}$寸$^2 > S$，从而取 $S = 314$ 寸^2，再利用圆面积公式反求出周长：“以半径一尺除圆幂，倍所得，六尺二寸八分，即周数。”又“令径二尺与周六尺二寸八分相约，周得一百五十七，径得五十，则其相与之率也”。此即 $\pi = 157/50\ (=3.14)$。刘徽认为此率“犹为微少”，又取 $S = 314\frac{4}{25}$寸^2，同样求出 $\pi = 3927/1250$，并求出 l_8，计算出 S_9，验证了这个值。这是中国第一次提出求圆周率的正确方法，奠定了中国古代圆周率计算在世界上长期领先的基础。据信，祖冲之就是用刘徽的方法将圆周率的有效数字推进到 8 位。刘徽指出《九章算术》弧田（弓形）术不精确。他利用割圆思想，将弧二等分，求出小弧之弦、矢，再将小弧二等分，如此继续下去，“割之又割，使至极细。但举弦矢相乘之数，则必近

密率矣”。用这种方法可以将弧田面积精确到所需要的程度。《九章算术》开方不尽时，“以面命之”，这是以被开方数的方根定义一个数，相当于无理数。至于其近似值，刘徽之前，有表示成$\sqrt{N}=a+\frac{r}{2a+1}$的，$a$为根的整数部分，$r$为余数。刘徽认为这“虽粗相近，不可用也”。从而提出：“不以面命之，加定法如前，求其微数。微数无名者以为分子，其一退以十为母，其再退以百为母。退之弥下，其分弥细，则朱幂虽有所弃之数，不足言之也。”在开立方中也有类似方法。这种求十进分数的思想与现今求无理根的十进小数近似值完全相同，其意义十分重大。计算精确的圆周率，必须求微数，它是保证中国圆周率计算长期领先的先决条件。同时，它开十进小数之先河，对中国在世界上最先使用小数起了促进作用。

枝条虽分而同本干——刘徽的数学体系 刘徽的数学知识分散在《九章算术》中，好像杂乱无章，前后失次，实际上并不然。他说：“事类相推，各有攸归，故枝条虽分而同本干知，发其一端而已。”这个端是什么呢？刘徽在谈到数学研究并不特别困难时说：“至于以法相传，亦犹规矩度量可得而共。”规、矩分别是画圆、画方的工具，表示事物的空间形式，度量指度、量、衡，表示事物的数量关系。刘徽的话表明他认为数学方法来源于空间形式和数量关系的统一，这正反映了中国古算的特色——几何与算术、代数的统一。对《九章算术》的解法进行论证是刘徽注的主题。上文所列出的论证所使用的推理都是演绎推理，因而其论证是演绎证明。事实上，整个刘徽注固然使用了大量类比与归纳推理，但在数学命题的论证上主要使用了演绎推理。据分析，刘徽注中包含了三段论、关系推理、连锁推理、假言推理、选言推理以及二难推理等演绎推理形式。刘徽推理的前提是由公认的事实抽象出来的原理及已经证明的公式，解法。当然，还必须提出许多数学定义。在中国，数学定义最初出现在先秦《墨经》中。《九章算术》却没有任何定义。刘徽继承墨家传统，提出了若干定义，如方程。“方”的本义是并船，许慎《说文解字》：“方，并船也”，亦训并。“程，课程也”，考核其标准。方程的本意是并而程之。细言之，是将一组物的各种数量关系并列起来考察诸物的标准。刘徽说：“群物总杂，各列有数，总言其实。令每行为率，二物者再程，三物者三程，皆如物数程之，并列为行，故谓之方程。”显然是一个符合方程本义的发生性定义。刘徽关于正负数的定义：“两算得失相反，要令正负以名之。”它表明，正负是互相依存的，不再是以盈为正，以欠为负的朴素描述。根据这个定义，方程中各行系数的正负可根据消元的方便而定：“可得使头位常相与异名。”面积的定义：“凡广从相乘谓之幂。”由这个定义，可以计算曲面的面积，并且可以把与面积无关的两数相乘问题化成面积问题解决。刘徽没写出体积的定义，但遍察《九章算术》，刘徽没写注的只有53问的术文，其中52问（分别在卷二、三、八）或已注过总术，或已注过同类术，根据简约的原则，不必再注。余下没作注的便只有商功章方堡垮（方柱体）体积公式。这不是刘徽的疏漏，而是把它看成不能证明

的真理，因此可以理解为定义。刘徽着力探讨《九章算术》各公式、解法，以至数学各部分之间的关系。以体积问题为例。《九章算术》以棊验法为主要方法，其正确性是归纳的结果。刘徽则不然，他在用无穷小分割完成阳马与鳖臑的体积公式证明之后指出："不有鳖臑，无以审阳马之数，不有阳马，无以知锥亭之类，功实之主也。"并且接近提出任何四面体的体积都是$\frac{1}{6}abh$。他将方锥、方亭、刍甍、刍童、羡除等多面体分割成长方体、堑堵、阳马、鳖臑，以证明其体积公式。刘徽的多面体理论是从长方体出发，以四面体体积公式的证明为核心，以演绎推理为主的理论体系。刘徽的其他理论都可作类似分析。总之，数学在刘徽的头脑中形成了一个独具特色的体系。它从规矩度量的统一出发，引出面积、体积、率、正负数的定义，运用齐同原理、出入相补原理、无穷小分割方法，以演绎逻辑为主要推理方法，以计算为中心，以率为纲纪。它"约而能周，通而不黩"，并且没有任何循环推理，全面地反映了到公元3世纪为止的中国人的数学知识。刘徽《九章算术注》不仅有概念，有命题，而且有联结这些概念和命题的逻辑推理。它的出现标志着中国古代数学形成了自己的理论体系。

刘徽和他的时代　公元3世纪由刘徽完成《九章算术注》这样杰出的著作不是偶然的。中国封建社会经过两汉大发展，到魏晋发生了大变革，经济关系的基本特征是庄园农奴制，门阀士族占据政治舞台的中心，中国封建社会进入一个新阶段。与此相适应，繁琐的两汉经学和谶纬迷信被冷落，儒学衰微，代之而起的是以研究三玄（《周易》、《老子》、《庄子》）为中心的辩难之风，思想界出现了春秋战国百家争鸣之后所未有过的解放与活跃局面。知识分子较能按自己的特长和社会需要发挥才智，而少受追求功名利禄及代圣贤立言的精神枷锁的束缚，从而打开了数学研究中发挥创造性的大门。以严谨为其特点的数学几百年来积累了大量公式、解法需要证明其正确性，而"析理"，探索思维规律，互相辩难，追求理性的辩难之风的兴起促进了这个过程的完成。刘徽注《九章算术》的宗旨"析理以辞，解体用图"无疑是辩难之风中"析理"在数学中的反映。刘徽主张"要约"，"举一反三"，反对以多为贵、远引繁言，主张触类而长，这都与嵇康、王弼、何晏等思想家的主张一致，甚至他们的许多用语、句法也都相近。因此，刘徽深受辩难之风的影响而析数学之理是顺理成章的。我们由此而断定刘徽为嵇康、王弼的同代人而稍小一点，当生于3世纪20年代后期或稍后，注《九章算术》时年仅30岁左右，这与汉末三国多早熟夙悟才子是吻合的。

刘徽成长在齐鲁地区为他在数学理论上做出贡献提供了良好的客观条件。邹鲁之乡是儒学的发祥地，临淄稷下学宫招徕全国著名学者，成为先秦百家争鸣的中心之一。经两汉到魏晋，齐鲁的学术空气一直十分浓厚，2—3世纪更出现了徐干、仲长统、王肃、郑玄、王弼等大思想家，曹魏时期，齐鲁地区又是正始之音辩难之风的中心之一。因此，刘徽从小能受到良好的文化教养，并置身于辩难之风之中。另一方面，2—3世

纪，齐鲁地区的数学比较发达，出现了刘洪、郑玄、徐岳、王粲等著名数学家，形成了以研究《九章算术》为主的数学中心，这就给刘徽少年时师承贤哲，成年后"采其所见"，从事深入的数学研究准备了丰富的资料。在这样的客观条件下，使刘徽有可能改变数学偏重实践经验，忽视理论研究的传统，向重视理论研究的方向转化。

刘徽本人具有一个大科学家的素养，是他成功的内在因素。首先，他继承了《九章算术》开创的数学联系实际的传统。刘徽在论述包括数学本原在内的各种问题时都坚持实事求是，没有神秘的成分。他说："不有明据，辩之斯难。"全部《九章算术注》的推理、论证都有可靠的论据和前提。他指出数学"非特难为也"，批评张衡欲协其阴阳奇耦而不顾数学上疏密的错误，指出"虽有文辞，斯乱道破义，病也。"与不可知论及数字神秘主义划清了界限。刘徽博览群书，善于汲取历代思想家的思想资料用于自己的数学创造。他引用《墨子》、《周礼》及《考工记》、《左氏传》、《周易》、《论语》、《管子》、《老子》、《庄子》、《史记》、《淮南子》等典籍的话，顺手拈来，天衣无缝，表明他谙熟诸子百家言。他置身于时代潮流中，重视数学理论研究，他的无穷小分割中"不可割"的观点与墨家"不可新"的思想一脉相承，"至细日微，微则无形"的观点则源于《庄子》"至精无形"，他的推理方式受到王充《论衡》的影响，等等，都是时代的产物。但他不迷信古人。《九章算术》在东汉已被奉为经典，刘徽为之作注，对之自然十分推崇。然而他并不盲从。他在全面论述《九章算术》的同时，指出了它的若干错误及不精确处。如批评宛田术和开立圆术的错误。指出有关圆或圆体的问题或术文"以周三径一为率，皆非也"。在中国数学史上批评《九章算术》最早最多最深刻的，要数刘徽。他还批评世人因袭《九章算术》之旧法，"莫肯精核，学者踵古，习其谬失"。同时，他虚怀若谷，敢于承认自己的不足。对自己设计的牟合方盖，他"判合总结，方圆相缠，浓纤诡互，不可等正"，未能求出其体积，然而他决不不懂装懂，故弄玄虚以欺世人，而是坦率地承认"欲陋形措意，惧失正理，敢不阙疑，以俟能言者"，既表现了他"知之为知之，不知为不知"的实事求是作风，又反映了他寄希望于后学，相信后人能超过自己的坦荡胸怀。刘徽认为，用数学方法解决实际问题，应在认识数学精理的基础上尽量灵活运用各种数学方法，所谓"设动无方"，而不应"专于一端"，不知变通。他以《庄子》"庖丁解牛"的寓言作比喻，说"数，犹刃也。易简用之则动中庖丁之理，故能和神爱刃，速而寡尤。"因此，他对一个问题常常提出几种不同的解法，对一种解法，又提出不同的理解途径，大大丰富了《九章算术》的内容。

当然，在表彰这位数学巨匠的功绩时，也不能不指出他的某些不足。刘徽在数学上无疑是位创造者、革新者。就他的水平，完全可以写出一部水平更高的自成体系的著作。然而他未能突破给经典著作作注的惯例，把自己的真知灼见分散到《九章算术》中，这对后人理解《九章算术》大有裨益，但却限制了他的数学创造、数学方法的展开，限制了他的思想对后世的影响。比如就极限

思想而言，从现存中国古算资料看，在清末李善兰微积分思想产生及西方微积分学传入中国之前，再没有人超过甚至没有达到刘徽的水平。因此可以说，刘徽《九章算术注》在内容上是革命的，在形式上是保守的。刘徽说："一者，数之母"，在有理数范围内这是正确的，并且，这种思想对求圆周率近似值，开方不尽求微数而不必考虑哲学上的困难，无疑是有意义的。但是这种思想也关上了考虑与1没有公度的数的大门，后来关于无理数的认识一直未能在《九章算术》的基础上前进一步。

【陆机】

陆机，字元恪。三国（公元3世纪）时吴国吴郡（今江苏吴县）人。生卒年不详，博物学家。

陆机，一作陆玑，以别于同时同郡的文学家陆机（字士衡）。其实，文学家陆机在吴亡后入晋，应为西晋时人。以博物著称的陆机，因正史无传，且缺乏史籍记载，其生平活动，尤其是他的生卒年，很难考订。从唯一可资凭说的《毛诗草木鸟兽虫鱼疏》中也只能得到点滴信息，觅得少量线索。

据《毛诗草木鸟兽虫鱼疏》的作者题署，知道陆机是三国时吴郡人，做过太子中庶子，官至乌程令。他出身于江南吴郡世族。孙吴政权是靠南北世家大族支撑起来的。吴郡的顾、陆、朱、张在孙吴政权中占有重要地位，特别是在孙权统治时期（公元200—256年），孙权与顾、陆联姻，更加深化了这种政治依赖性。顾雍掌管朝廷政权，陆逊掌管吴国兵汉，朱治为吴郡太守。这时，孙氏子弟及顾、陆、朱、张四姓子弟做大小官吏者数以千计。而且每过几年，就有几百人被送到中央去做官。陆机可能是在这个时期做吴太子中庶子，出任乌程令的。

据该书看来，陆机对北方的动植物颇为熟悉，也了解北方某些地方的俚语、方俗，书中所提到的地名，也多属长江以北、黄河流域中下游地区。可以推断他在早年曾游学于北方，到过北方很多地方。

陆机是否从师郑玄（公元127—200年），由于史料缺乏，不便妄测。但可肯定的是，东汉末年，北海（今山东）郑玄杂糅今古文经学，以其门徒多、著述富，成为当时"天下所宗"的儒学。陆机即使不是郑玄的入室弟子，至少也是深受郑学影响的儒者。

《诗经》是儒家经典之一。《诗经》中的动植物多为春秋以前长江以北、黄河流域中下游地区的动植物，名称古老。战国以来，释《诗》者往往以一物之别名来解释《诗》中的动植物古名。如果学《诗》者不了解"别名"所指为何物，则《诗》中之动植物名仍令人费解。陆机治诗，师承郑学，训诂名物，不仅参考前人著述达30种，吸取当代《本草》中动植物知识的新成果，更为重要的是，他根据自己在北方的实地考查所得的"活材料"，运用写实和比喻（同类事物的类比）的方法，生动具体地解释《诗》中的动植物古名，把它置于科学认识的基点上（不仅仅是文字训诂），形成自己独特的风格，大大地超越了前人注释的水平，在古代生物学史上做出了特殊的贡献。

首先，陆机治诗，将动植物知识分

列出来单独成册，著成《毛诗草木鸟兽虫鱼疏》，这本身就是史无前例的创举。而且，由于它的出现，使古典博物学开始从儒家经典注疏中分出一支。

《毛诗草木鸟兽虫鱼疏》分上、下2卷，上卷为植物部分，计有草本植物60种，木本植物47种；下卷为动物部分，其中鸟类27种，兽类12种，虫类24种（内有鼠类、两栖类），鱼类11种（含兽类、贝类）。该书对动植物形态（种类辨别）、生态（习性）、地理分布，以及栽培、驯化和利用，具有一定深度的认识，类似于近代的“自然历史”。

第二，陆机对动植物的形态描述翔实，突出动植物的形态特征，可据之以辨别其种属。

例如他对鹭的描述：“水鸟”，羽毛“洁白”，“青脚高七八寸，尾如鹰尾，喙长三寸余。头上有长毛十数尾，长尺余，毵毵然与众毛异”。即如今鹳形目的白鹭。鹈鹕的形态特征是“颔下胡大如数升囊”。鼍（扬子鳄）“形似水蜥蜴”，“长丈余”，“卵生”。至于植物的形态特征更为详尽：蝱“今药草贝母也。其叶如栝楼而细小。其子在根下如芋子（块根），正白，四方连著有分解（块根、簇生）也”。显然是葫芦科的贝母。“薇，亦山菜（野生）也。茎叶皆似小豆，蔓生，其味如小豆，藿可作羹，亦可生食。”薇即如今豆科植物大巢菜。

基于对形态特征的认识，陆机能依据某些植物的共同特征来进行归类。如：“榛，栗属”，是以榛、栗果实相似而定；“梅，杏类”也是以其树、叶、果实相似而定。尤为重要者，他根据植物的形态特征正确地辨识了《诗经》中的同名异物的植物名称。他认为“苕之华”的“苕”和“邛有旨苕”的“苕”，是两种不同种属的植物，前者“似王刍，生下湿水（沼池、下湿地）中，七、八月中华紫（开紫花），似今紫草”（似为禾本科植物，《辞海》以为是紫葳科植物，恐非是）；后者则是幽州人所说的翘饶，蔓生，“茎如劳豆而细，叶似蒺藜而青。其茎、叶绿色，可生食，如小豆藿也”，显然是豆科黄芪属植物紫云英。“标有梅”的“梅”，是“杏类也”，即如今蔷薇科植物；而“终南何有”的“梅”，却是荆州人所说的“梅”，也即“柟”，“终南及新城、上庸皆多樟柟。终南山与上庸、新城通，故亦有柟也”，即如今樟科润楠属植物楠。其他如“蒲”，“有蒲有荷”的“蒲”，即如今生于浅水中的香蒲；“扬之水不流束蒲”的“蒲”却是“柳”，即如今杨柳科的蒲柳。“杞”，“集于苞杞”的“杞”为枸杞（“地骨”）；“无折我树杞”的“杞”，是生于“水旁”的“柳属也”，即如今杨柳科植物杞柳。

第三，陆机在该书中不仅记载了动植物的生长地和栖息地，而且特别着重记载了动物的种群生态现象。

鹳“树上作巢，大如车轮”，即言其树栖，集群营巢，苍鹭（“负釜”、“背灶”、“黑尻”）则“泥其巢，一旁为池，含水满之，取鱼置池中……”，集群营巢于水边，共食。鹈鹕也是群栖共食，“好群飞，若小泽中有鱼，便群共抒水，满其胡（皮囊）而弃之，令水竭尽，鱼在陆地，乃共食之，故曰淘河”。如果说白鹳营巢简陋的话，那末鸱鸮（巧妇鸟）营巢可谓精巧。鸱鸮“取茅莠为巢，似麻紩之如刺袜然，悬著树枝，或一房或二房。幽州人谓之鸋

鳺，或曰巧妇……”。但也有的鸟“性不树止（栖）”。

他还注意到某些鸟类的雌雄关系，“鹁鸠……阴则屏逐其匹，晴则呼之”。鹑“不乱其匹”。“今云南鸟……啼鸣相呼不同集”，以及“布谷生子，鹪鹩养之”的寄生关系和鳲鸠（鸠鸽类）双亲育子的现象。

至于黄鸟，“当葚熟时，来在桑间。故里语曰：黄栗留看我麦黄葚熟否？亦是应趋时之鸟也”。既言其栖息地，又说明其迁移的季节。鱼类中的鳣（鲟鱼）、鲔（白鲟），“出江海。三月中，从河下头（即江河人海口处）来（河）上（游）。鳣……今于盟津东石碛上钓取之，……又河南巩县东北崖上山腹有穴，旧说此穴与江湖通，鲔从此穴而来，北入河西上龙门，入漆、沮”。即言鳣、鲔是生活于淡水和海水中的底栖鱼类；旧说虽不可信，但却言明鳣，鲔由海人河的迴游路线及其迴游季节。“鲂，今伊、洛、济、颍鲂鱼也”。广而薄肥，恬而少肉，细鳞鱼之美者，渔阳、泉州及辽东梁水，鲂特肥而厚，尤美于中国鲂。故其乡语曰“居就粮，梁水鲂”，颇有生态地理的观念。

第四，陆机不但对于动植物的形态、生态（种群生态）等描述真实，而且还特别注意到动植物的经济用途。如鼍（扬子鳄）“其皮坚厚，可以冒鼓”，鱼貍（斑海豹）的皮“今以为弓箭步叉者也”。对植物利用的描述更为突出，可供食用的植物，大都指出可食用部位，并注明食用方法。还提到一些材木的木理和用途， “条，槄也，今山楸也，……材理好，宜为车板。能湿（耐湿性能好），又可为棺木。”“柞……其木坚韧有刺，今人以为梳，亦可以为车轴；其材理全白无赤心者为白桵。直理易破，可为犊车轴，又可为矛戟鋋。”“栜……其木理赤者为赤栜，一名楧。白者为栜，其木皆坚韧，今人以为车毂。”“杻，檍也，……材可为弓弩干也。”等等，而对一些草本植物如纻麻、薹（莎草），菅的用途也有记载。此外，还谈到一些野生植物如薇、常棣，檖（鹿梨、鼠梨）已为人们栽培；动物中的鹤，白鹭已被人们驯养。

总之，陆机对动植物的观察和描述，坚持了实事求是的原则。古代人们都以麒麟（简称麟）为瑞兽，陆机根据“并州界（今山西中条山一带）有麟，大小如鹿”的形态特征，断认为并州的麟，“非瑞应麟”。因此，《毛诗草木鸟兽虫鱼疏》具有一定的科学水平。但是另方面，陆机毕竟运用的是直观描述的方法，因此也存在一些不足之处。例如对“螟蛉有子，果臝负之”的寄生现象视之为神秘。又说“桐有青桐、白桐、赤桐，宜琴瑟”，实则只有白桐（泡桐）才能制琴瑟等乐器。至于“云南、牂牁人绩以为布”，也非陆机所说的桐。对“驺虞”的注释也带有迷信色彩。

尽管如此，《毛诗草木鸟兽虫鱼疏》不失为一部古典博物学著作，而陆机在研治经学的过程中独辟蹊径，使生物学从经学中分列出来成为一个分支，从而在我国古代传统经学中起到启迪后人的历史作用，在学术上产生良好的反响。东晋郭璞注《尔雅》中的动植物名，便大量引用陆机的著述。东魏农学家贾思勰《齐民要术》中也曾援引。北宋陆佃《埤雅》、南宋罗愿《尔雅翼》莫不以陆机《诗疏》为其范本。

【郭璞】

郭璞，字景纯。河东闻喜（今山西闻喜）人。西晋咸宁二年（公元 267 年）生；东晋太宁二年（公元 324 年）卒，博物学家。

郭璞博学多才，一生不仅写了许多优美的文学作品，而且做了大量的注解古籍工作，为后人留下了丰富的文化遗产。他所注解的古籍有《山海经》、《穆天子传》、《尔雅》、《楚辞》、《三苍》和《方言》等等。这些古籍中，都包含有丰富的动植物知识。郭璞对这些古代典籍，尤其是《尔雅》的注解，对中国古代动植物学的发展，有着一定的影响。

《尔雅》是中国古代最早一部解释语词的著作。它大约是秦汉间的学者，缀辑春秋战国秦汉诸书旧文，递相增益而成的。全书 19 篇，其中最后 7 篇分别是：《释草》、《释木》、《释虫》、《释鱼》、《释鸟》、《释兽》和《释畜》。这 7 篇不仅著录了 590 多种动植物及其名称，而且还根据它们的形态特征，纳入一定的分类系统中。《尔雅》保存了中国古代早期的丰富的生物学知识，是后人学习和研究动植物的重要著作。据史书记载，东汉初，窦攸由于"能据《尔雅》辨豹鼠"，所以汉光武帝奖赏给他百匹帛，并要群臣子弟，跟从窦攸学习《尔雅》。郭璞更是把《尔雅》视为学习和研究动植物，了解大自然的入门书。他说："若乃可以博物不惑多识于鸟兽草木之名者，莫近于《尔雅》。"但是，《尔雅》成书较早，文字古朴，加上长期辗转流传，文字难免脱落有误，早在汉代就已经有不少内容，不易被人看懂。因此，在郭璞之前已经有犍为文学，刘歆、樊光、李巡、孙炎等人，为《尔雅》作注。郭璞从小就对《尔雅》感兴趣。他认为旧注"犹未详备，并多纷谬，有所漏略"，于是"缀集异闻，会粹旧说，考方国之语，采谣俗之志"，并参考樊光、孙炎等旧注，对《尔雅》作了新的注解。

郭璞研究和注解《尔雅》历时 18 年之久，对《尔雅》所载之动物和植物进行了许多研究。首先他以晋代通行，或当时某地方言的动植物名称，解释古老的动植物名称。例如，《尔雅·释鸟》载："鳲鸠，鴶鵴"，郭璞注曰："今之布谷也。江东呼为获谷。"《尔雅·释木》："梠，山榎。"郭璞注曰："今之山楸也。"这类注解，从表面上看似乎很简单，只是以名词解释名词。而实际上却不那么容易，它需要丰富的训诂知识和实际经验。另外，这类注解虽然只是名词解释名词，但实际上它是将古老的动植物名称和当时为一般群众所认识的动植物联系起来，从而使古老的名称具有以当代一定实物为基础的含义。例如，《尔雅·释虫》中有"国貉，虫蠁"的记载。如果不看注解，人们很难理解"国貉虫蠁"的含义。郭璞注云："蠁"，"今呼蛹虫"，并引证《广雅》云："土蛹，蠁虫也。"所谓蛹虫，就是指寄生于蚕蛹体内的蚕蛆蝇幼虫。郭璞的注解，将古老的"国貉"、"虫蠁"等动物名称和当时养蚕生产上广泛存在的蚕蛆蝇幼虫联系起来。郭璞《注》中，经常出现"今言"，"俗言"、"今江东"等提法，仅《释草》中就出现 50 多次，这说明郭璞对《尔雅》的研究，是与现实紧密相联的。由于能由今通古，所以他的注

解，无形中复活了许多古老动植物名称。

郭璞丰富和发展了《尔雅》对各种动植物的具体描述。郭璞是山西人，因战乱逃至江南，并经常往来于长江中下游，所以他对许多地方的动植物，都有所了解。他注解《尔雅》，不仅引经据典，解释各种动物和植物的通名和别名，而且根据自己从实际中获得的知识，对多种动物或植物的形态、生态特征，进行了具体的描述。例如鲟鱼，《尔雅·释鱼》仅记其名为“鳣”，无它释。但郭璞则作了进一步的描述：“鳣，大鱼，似鱏而短鼻，口在颔下，体有邪形甲，无鳞，肉黄，大者长二、三丈，今江东呼为黄鱼。”这里郭璞很逼真地描述了鲟鱼的形态特征。《尔雅·释虫》“蠰，啮桑”，郭注云：“啮桑，似天牛，长角，体有白点，喜啮桑树，作孔入其中，江东呼为啮发。”这里将桑树害虫桑天牛的形态和习性作了描述。又如对《尔雅·释木》中提到的“白桵”（即扁核木），郭璞《注》云：“桵，小木，丛生，有刺。实如耳珰，紫赤，可啖。”对“活莌”（即通脱木）郭璞《注》说：此“草生江南，高丈许，大叶，茎中有瓤，正白”。这些描述，虽然还很粗糙，但它不仅大大发展了《尔雅》的分类描述，而且对后来的动植物分类研究，也有着深远的影响。

郭璞开创了动植物分类研究的图示法。据《尔雅注·序》记载，郭璞不仅为《尔雅》作文字注解，还为《尔雅》注音、作图。《隋书·经籍志》记载有“《尔雅图》十卷，郭璞撰”。可见大概在梁代，人们还看到有郭璞所作的《尔雅图》。现在我们能看到的《尔雅音图》，乃是清代嘉庆六年（1801）影宋绘图重摹的刊本，它或许就是源于郭璞所为之《尔雅图》。当然，即使如此，经过长期辗转重摹和翻刻，现在的《尔雅音图》也不可能还是原来《尔雅图》的原貌。但是现在看到的《尔雅音图》的情况表明，凡是郭璞有注解的动植物都有图。相反，凡是虽为《尔雅》所著录，但因郭璞暂时不识，而未作注解的动植物则无图。这说明图完全是配合文字注解而作的。因此《尔雅注》所解释的动植物，不仅有简要的文字描述，而且配有实物图像，实为动植物志的雏形。这是我国动植物分类学史上的一个重要发展。

在生物学史上，郭璞起了承前启后的作用。由于他的研究和注解，使《尔雅》所包含的分类思想不仅得以保存，而且使得原来难读的《尔雅》，也成为能够读懂和能够利用的书。《尔雅注》成为历代研究本草的重要参考书。著名的《证类本草》一书，大量吸收了郭璞注解《尔雅》的成果。而《证类本草》又是李时珍《本草纲目》的蓝本。从郭璞以后，图文并用描述动植物的方法，也在本草研究中发挥了重要作用。从唐代以后，所有大型本草著作都配有图。

郭璞对《尔雅》中所著录的动物和植物，凡是他自己暂时还没有弄清楚的或没有听说过的，他都不强作注解，而是注明“未详”或“未闻”等字样。这说明他作学问的态度，是谦虚谨慎和实事求是的。

郭璞为注解古籍著作做了大量的工作，其《尔雅》注后来被列入《十三经注疏》。他在文学方面也颇有造诣，公元316年，他因献《南郊赋》而被任为著作佐郎，后迁尚书郎，再后为割据荆

州的王敦辟为记室参军。他最后因多次谏阻王敦谋反而遭杀害。

【虞喜】

虞喜，字仲宁。会稽余姚（今浙江余姚）人。孙吴太康二年（公元 281 年）生；东晋永和十二年（公元 356 年）卒，天文学家。

虞喜出身于官僚仕族家庭。父亲虞察，是三国时吴国的征虏将军。胞弟虞预，在东晋成帝、康帝、穆帝时曾任著作郎、散骑常侍等官，进爵平康县侯，雅好经史，著《晋书》、《会稽典录》等。虞喜的族曾祖虞翻，是吴国的名士，曾为《易》、《老子》、《论语》、《国语》作出训注。族祖虞耸，是虞翻的第六子，在吴国曾任越骑校尉、河间太守等职，入晋以后，为河间相，是一种关于宇宙的理论《穹天论》的作者，虞耸与虞察的关系也很密切，虽各自在外做官，也常有书信往来。

虞喜从少年时起，就有很高的声望，他博学好古，受到人们的一致赞扬。诸葛恢到会稽郡做官，强迫虞喜充任他手下的功曹。大概此事曾给他很大的刺激，从此便立下终生不仕的决心。西晋怀帝、东晋明帝和成帝时，曾多次征他出来充任博士、贤良、散骑常侍等官，都被一一拒绝。东晋穆帝初年（公元 345 年），因一个案件，朝议做不出结论，曾派出使者专门听取他的意见。可见朝廷对他一直都很重视。成帝时，内使何充曾称赞虞喜"博闻强识，钻坚研微，有弗及之勤。"成帝则下诏嘉奖他"守道清贞，不营世务，耽学高尚，操拟古人"。从这些评语可以看出，虞喜安于简朴的生活，是一位终生从事学术研究的学者。

《晋书·虞喜传》说："喜专心经传，兼览谶纬，乃著《安天论》，以难浑盖。又释《毛诗略》，注《孝经》，为《志林》三十篇。凡所注述数十万言，行于世。"由此记载可知，虞喜毕生所从事的学术工作，乃是继承家学，偏重于对经典著作的研究和训注。《晋书》所载《安天论》，乃是虞喜研究古代文献时偶有感发而已。即使从虞喜发现岁差一事来说，也只是他在整理对比天文学文献时的偶然发现。但正是由于他在天文学上的这两项论述，在中国天文学发展史上却留下了不可磨灭的痕迹，使他以天文学家闻名于世。

虞喜发现岁差，在中国天文学发展史上尤其具有划时代的意义。令人遗憾的是，在《晋书》、《宋书》中却没有任何反映。所以会产生这种现象，与《晋书》、《宋书》的作者有关。后世流传的《晋书》，是唐初房玄龄等人修撰，其中的《天文志》、《律历志》由李淳风撰写。由于李淳风不相信有岁差，所以对虞喜的这一重大发现未予记述。因此，在《晋书·天文志》和《虞喜传》中谈及虞喜在天文学上的贡献时，都只记载《安天论》。《宋书》由沈约著于南齐，那正是祖冲之大明历受阻，众议附和戴法兴之后不久的事。

由于中国古时的度量系统是赤道式的，而且采用二十八宿人宿度这种以赤经差计量的特殊表述方式，致使岁差发现较晚。由于地球绕日自转轴与公转轴倾斜，使地球上日照的倾角发生周期性的变化，从而发生季节变化，其变化周期可用中午日影长度的变化度量。然而，中国天文学产生的初期，却是利用季节

星象判断季节的。前者为回归年，后者为恒星年。由于每年相差不到一分，古人不知存在差异，直至约330年虞喜将这二种结果进行对比才发现了岁差的存在。

唐代一行在《大衍历议·日度议》中指出："古历，日有常度，天周为岁终，故系星度于节气。其说似是而非，故久而益差。虞喜觉之，使天为天，岁为岁，乃立差以追其变，使五十年退一度。"这段话告诉我们，虞喜曾指出，古历将节气与星度相等同是不正确的，寒暑变化一周不等于太阳在恒星间运行一周。因此便分清了周天与周岁的不同概念，并且求出了二者具体的差数为50年退1度。这个差数便称之为岁差，其含义是，太阳在黄道上运动，经过一岁之后并未回到原处，尚差1/50度（赤经差）。这个岁差概念，与近现代所理解的赤道岁差相当。但虞喜是如何发现岁差的，一行并未交待。

《宋史·律历志》引此宋周琮《论历》说："虞喜云：'尧时冬至日短星昴，今二千七百余年，乃东壁中，则知每岁渐差之所至。'"由此得知，虞喜发现岁差，主要是通过冬至昏中星的对比得到的。依《尧典》所载冬至昏中星为昴星，而在虞喜的时代，冬至昏中星为壁9度。这就是说，从帝尧至东晋这段时间内，冬至昏中星已从昴宿，经胃宿14度、娄宿12度、奎宿16度，退行至壁宿9度，合计退行51度。虞喜估计唐尧时代相距2700余年，由此可求得约53年岁差1度，与一行所说大体相合。

虞喜的《安天论》作于成帝咸康中（公元340年左右）。残留至今有关《安天论》的文字如下：

"天高穷于无穷，地深测于不测。天确乎在上，有常安之形；地魄焉在下，有居静之体。当相覆冒，方则俱方，圆则俱圆；无方圆不同之义也。其光曜布列，各自运行，犹江海之有潮汐，万品之有行藏也。"（《晋书·天文志》）虞喜的《安天论》认为，宇宙是没有边际的，又是很安定的；天和地无方圆不同之理；所有天体都有自己的运动周期，以自己的轨道运行，并不是附着在一个固定的球壳上。

因此，安天论既否定了天圆地方说，又批判了天球具有固体壳层的思想，同时也回答了杞人忧天倾的疑虑。《晋书，虞喜传》说：虞喜"乃著《安天论》，以难浑、盖"，说的就是这个意思。浑天说以假想的天球来描述天体的位置和视运动，在这一点上，是成功的。但有些浑天家把假想的天球看成是一个物质实体，那就不准确了。虞喜所要批评的正是这个观点。但是，虞喜的观点却受到同时代学者葛洪的批驳，葛洪说："苟辰宿不丽于天，天为无用，便可言无，何必复云有之而不动乎？"看来，虞喜曾经认为天只是包围着大地的元气，天体各自按自己的轨道在元气间运动。正是这个观点，才引起葛洪的反驳。虞喜的《安天论》比葛洪的硬壳天球概念要高明一些。

《晋书·天文志》说："虞喜因宣夜之说作《安天论》。"虞喜是信仰宣夜说的，《安天论》是对宣夜说的继承与发展。《晋书》等史籍所引《安天论》，只是述其要点而已。据《唐书·经籍志》载：《安天论》一卷。因此，《安天论》绝不是如今所看到的这一点内容。可惜原著已经散失。

【葛洪】

葛洪，字稚川，别号抱朴子。丹阳句容（今江苏句容）人。晋太康四年（公元283年）生；建元元年（公元343年）卒，精于炼丹术、中医学、道教理论。

葛洪的祖父名葛系，父名葛悌，都曾在三国时期的吴国为官。从祖葛玄，字孝先，曾受业于魏国著名方士左慈学炼丹术，所以后世称他葛仙公。葛洪13岁丧父，家贫而好学。16岁时开始读儒家的《孝经》、《论语》，并发奋精读五经，立志为文儒。自认为“才非政事，器乏始民”，于是以“不仕为荣”，所以向“立言”方面发展，其基本思想是以儒家为主导。但在他十八九岁时（太安元年前），曾去庐江（今安徽庐江）入马迹山，拜师于葛玄弟子、方士郑隐（字思远），做他的助手，并接受了《正一法文》，《三皇内文》、《五岳真形图》、《洞玄五符》等道书及《黄帝九鼎神丹经》、《太清神丹经》、《太清金液神丹经》、《黄白中经》等炼丹术著述，从此开始转向道教。21岁时（太安二年，公元303年），他以世家子弟受吴兴太守的邀请征讨以张昌为首的造反军，击溃反军将领石冰部。事平，他“投戈释甲，径诣洛阳，欲广寻异书，了不论战功”。但正逢西晋丧乱，北道不通，于是周旋徐、豫、荆、襄、交、广数州之间，接触了流俗道士数百人。光熙元年（公元306年），他24岁时往广州，又就业于南海太守鲍靓（字太玄）学习神仙方术，并娶其女为妻。不久后他便返回故里，从此潜心修行著述10余年，同时兼攻医术。大约在建武元年（公元317年），即35岁时写成《抱朴子内篇》20卷、《抱朴子外篇》50卷及《神仙传》10卷（他在近40岁时又复加修改），以及医书《玉函方》及《肘后备急方》。其《内篇》是讲神仙方药、鬼怪变化、养生延年、禳邪却祸，属于道家；《外篇》讲人间得失、世间褒贬，属于儒家。晋成帝咸和（公元326—334年）初年，他欲去扶南（今柬埔寨与越南极南部）搜集丹砂，以供烧汞炼丹，于是又赴广州，但被邓岳劝阻，从此入罗浮山（位于今广东博罗县东江之滨）修行。东晋康帝建元元年（公元343年）谢世，年61岁。

葛洪的《抱朴子内篇》是中国炼丹术史上一部极重要的经典著述，可以说是自西汉迄东晋中国炼丹术早期活动和成就的基本概括和全面总结，起到了炼丹术史上承前启后的重要作用。这部书对晋代炼丹术活动的各个方面都有翔实的记载，而且言语质朴，说理明晰。尤其是其中的《金丹篇》与《黄白篇》集中反映了汉晋时期中国炼丹术化学的面貌。

《抱朴子内篇·金丹》主要叙述了各种神丹大药的炼制，并有葛氏对金丹长生观的阐述。它较系统地介绍了《黄帝九鼎神丹经》与《太清神丹经》。这两部道书都问世于西汉末或东汉初，因此是了解早期中国炼丹术内容的珍贵史料。《九鼎丹经》记载了神丹9种：

第一种神丹名叫“丹华”，升炼丹砂（HgS）一物而成，如“五彩琅玕，或如奔星，或如霜雪，或正赤如丹，或青或紫”，因经“九转”而成，所以又叫“九转流珠”。实际上它就是升华硫

化汞。

第二种神丹名叫“神符”，又称“神药”，由飞炼水银一物而成。也可以用水银与铅混合升炼，那么这时“水银与铅精俱出，如黄金色”，此丹则称为“还丹”，又名“神符还丹”，成分当为PbO与HgO的混合物。这便是中国炼丹史上“龙虎还丹”的最早记载。

第三种神丹就叫“神丹”，也叫“飞精”，是以雄黄（As_4S_4）和雌黄（As_2S_3）的混合物升炼而成，显然其成分是升华硫化砷。

第四神丹名叫“还丹”，是把水银、雄黄、曾青［$2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$］、矾石［$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$］、硫黄、卤咸（主要成分为$MgCl_2$）、太一禹余粮（褐铁矿与粘土的混合物）、礜石（FeAsS）等各种矿物在丹釜中分层安放，密封后升炼而成。

第五神丹名叫“饵丹”，是升炼水银、雄黄、禹余粮的混合物而成，主要成分当是As_4S_4与HgO的混合物。

第六神丹名叫“炼丹”，“取八石而成之”，即是升炼巴越丹砂、雄黄、雌黄、曾青、矾石、礜石，石胆（$CuSO_4 \cdot 5H_2O$）、慈石（Fe_3O_4）的细粉混合物（在丹釜中分层安放）而成。

第七神丹名叫“柔丹”，也是升华水银的产物，但因丹釜内壁涂了玄黄（主要成分为Pb_3O_4，PbO和HgO），所以该丹的成分可能主要为HgO，与“神符”不完全相同。

第八神丹名叫“伏丹”，是用玄黄涂布丹釜，升炼水银与曾青粉、慈石粉的混合物而得到的，“其色颇黑紫，有如五色之彩”。

第九神丹名叫“寒丹”，是将水银、雄黄、雌黄、曾青、礜石、慈石分层置于土釜中升炼而成。

在“九鼎丹”的炼制中，反应器是赤土釜；燃料是用干马粪或糠皮；赤土釜内外往往要厚厚地涂上一层玄黄，具有迷信色彩；将丹药（升华物）从丹釜中取出时强调要用鸡毛；服食丹药前还要先“面东向日，再拜长跪”。这些都反映了中国汉晋时期炼丹术的风貌特色。为了能对当时炼丹术活动的情况有个清晰的说明，我们摘录其中“丹华”的升炼要诀，或许对其时的炼丹化学操作可窥豹一斑：

“土釜可受八，九升，大者一斗。内外涂之［六一泥］。乃取胡粉烧之，令如金色。复取前玄黄各等分，和以百日华池，令釜内外各三分，曝之十日令大干燥，乃可用以飞丹华矣。用真砂（上等丹砂）一斤，纳釜中，以六一泥涂釜口，际会勿令泄也。谨候视之，勿令有拆［裂］，有拆如发，则药皆飞，失其精华，但服其糟滓无益也。涂讫，干之十余日乃可用。先以马通、糠火去釜五寸，温之九日九夜；推火附之，又九日九夜；以火拥釜半腹，又九日九夜，凡三十六日，可止火。一日寒之，药皆飞著上釜，如五彩琅玕，或如奔星，或如霜雪，或正赤如丹，或青或紫，以羽扫取。若药不伏火者，当复飞之。……欲服药，斋戒沐浴，焚香，平旦东向礼拜，长跪服之，如大黍粟，亦可如小豆。上士服之，七日乃升天得仙。玄女曰：作‘丹华’成，当试以作金，金成者药成也；金不成者，药不成，药未伏火而不可服也。［丹华以］龙膏（桑上露水）丸之如小豆，致猛火上，鼓囊吹之，食顷即成黄金。……又以一铢丹华投汞一

斤，若（或）铅一斤，用武火渐令猛吹之，皆成黄金也。”

至于《太清神丹经》的内容，葛洪秘而未宣。但其上卷提及“九转神丹”，所用原料有赤盐（含 Fe_2O_3 的食盐）、艮雪（即水银霜，化学成分为 Hg_2Cl_2）、玄白［即铅粉，化学成分为 $PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$］、飞符（成分不明）、朱儿（即丹砂）等，又言最后所得产物须经“九转”，所以该神丹大约是反复经九次升华的硫化汞，或许还含有氯化汞。其下卷记载的是“九光丹”，实际上是分别烧炼丹砂、雄黄、白礜石、曾青、慈石五种矿物而得到的五种丹药。

在《金丹篇》中，葛洪另外还具体介绍了《五灵丹法》、《岷山丹法》、《务成子丹法》、《羡门子丹法》、《五成丹法》、《伏丹法》、《赤松子丹法》、《崔文子丹法》、《刘元丹法》、《乐成子丹法》、《李文丹法》、《尹子丹法》、《太乙招魂丹法》、《采女丹法》、《稷丘子丹法》等28种“仙丹”的炼制秘诀。可见仅就葛洪个人当时所搜集到的丹经，就可以窥知当时中国方士已进行了大量的炼丹化学实验，已总结了较完整的一套操作规程，广泛地利用了各种矿物原料，制取到了不少化学制剂，观察到了众多的化学变化。

另据《抱朴子内篇·黄白》又可知，到了东晋时期，中国炼丹家们希图转变铜、锡、汞、铁等金属为黄金、白银的试验也已经作了广泛的探究。葛洪说，其时已有“神仙经黄白之方二十五卷，千有余首”。所谓“黄”即黄金，“白”即白银。在当时的技术条件下实现这种转变是不可能的，但如果他们确实炼制到了某些黄色和白色的金属，那么对古代的合金学应该说也算是重大贡献了。葛洪说：“昔从郑公（郑隐）受《九丹》及《金银液经》，因复求授《黄白中经》五卷。郑君言，曾与左君（左慈）于庐江铜山中试作，皆成也。”如这话属实，那么他们就确实炼制到黄、白的合金了。他在《黄白篇》中简略地公开了一些他所收集到的黄白术技艺，如《金楼先生所从青林子受作黄金法》、《角里先生从稷丘子所授化黄金法》、《小儿作黄金法》、《务成子法》等等，“足以寄意于后代”，例如其中《青林子作黄金法》的要诀是：

“先煅锡，方广六寸，厚一寸二分，以赤盐和灰汁，令如泥，以涂锡上，令通厚一分，累置于赤土釜中。率锡十斤，用赤盐四斤，合封固其际，以马通火煴之三十日，发火视之，锡中悉如灰状，中有累累如豆者，即黄金也。”

但这些“黄金法”都过于简略。而且由于道中戒律极严，规定“此道（指炼制神丹、黄白）至重，必以授贤者，苟非其人，虽积金如山，地方万里，亦勿以此道泄之也。”所以葛洪也不会在其书中把此项“绝技”合盘公诸于众，因此我们今天就不能拘泥于这些文字，仅以它们为依据去揣度那些“黄金”究竟是什么。

此外，葛洪在其《抱朴子内篇·仙药》中还对各种石芝、云母、雄黄、诸玉、真珠、桂、巨胜、柠木实、松脂、菖蒲等等所谓仙药的特征、产地、采集、性质、加工及服食法都有相当完整的说明，这些内容对研究中国古代医药学、动植物学和矿物学也都是极为珍贵的资料，对今人了解道教丹鼎派的思想和活动也至关重要。

在这部著作中，葛洪也记载了一些他的师祖辈和他自己以及其同时代的方士们通过炼丹实践所了解到的一些化学变化。例如他说的“丹烧之成水银，积变又还成丹砂”，这是指以下两个反应：

$HgS + O_2 = Hg + SO_2$

$2Hg + O_2 = 2HgO$

（HgO颜色鲜红，葛洪误认作是丹砂HgS）

又如他说的“铅性白也，而赤之以为丹；丹性赤也，而白之以为铅”，则指的是：

$3Pb + 2O_2 = Pb_3O_4$

$Pb_3O_4 + 2c = 3Pb + 2CO_2$

再如“以曾青涂铁，铁赤色如铜，而外变内不变也”，讲的显然是以下的金属置换反应：

$3CuCO_3 + 2Fe + 2H_2O = 3Cu + 2FeO(OH) + 3CO_2$

葛洪正是根据这些化学变化及其他一些观察或传闻，而提出“变化者，乃天地之自然”，而坚信人的创造智慧和力量，既可以模仿宇宙天地间的千变万化，又可制造出各种新鲜事物，导演出各种奇异的物类变化，从而论证神丹可炼，黄金可作。

但须指出，《抱朴子内篇》中“金丹”、“黄白”、“仙药”诸篇的内容，基本上都是葛洪从其师祖辈的传授所得，以及他周旋各州时会见诸道友时的所见所闻，他自己躬身炼丹的记录则并不多。这是因为该部著作是他在东晋初建武元年撰写成的。在此前10余年中“会遇兵乱，流离播越”，正如他在书中的叹怨：“《太清丹经》三卷及《九鼎丹经》一卷、《金液丹经》一卷，郑君以授余。然余受之已二十余年矣，资无担石，无以为之，但有长叹耳。”（《金丹篇》）“所承受之师非妄言者，而余贫苦无财力，又遭多难之运，有不已之无赖，兼以道路梗塞，药物不可得，竟不遑合作之。”（《黄白篇》）因此，《抱朴子内篇》中的丹方要诀和炼丹试验既不可视为“葛洪本人的炼丹记录文字”，也不是他自己“作了一系列研究之后所得的结论”。他晚年在罗浮山专心致志烧丹炼汞，潜心修行，相信必有过一些探究成果，但可惜未见有著作行世。

关于金丹何以能致人长生久视，葛洪的解释可以概括为一句话：“盖假求于外物以自坚固。”对此，他曾有一段精辟的论述：

“子不得还丹、金液，虚自苦耳。夫五谷犹能活人，人得之则生，绝之则死，又况于上品之神药，其益人岂不万倍于五谷耶。夫金丹之为物，烧之愈久，变化愈妙；黄金入火，百炼不消，埋之毕天不朽。服此二物，炼人身体，故能令人不老不死。此盖假求于外物以自坚固，有如脂之养火而不可灭。铜青涂脚，入水不腐，此是借铜之劲以扞其肉也。金丹入身中，沾洽荣卫，非但铜青之外敷矣。”（《金丹篇》）

关于长生成仙的方法，葛洪似乎采取兼容并蓄的态度，有他自己较独特的见解。在诸种途径中虽然他首推金丹，但他又强调：“凡养生者，欲令多闻而体要，博见而善择，偏修一事，不足必赖也。”“若未得其至要之大者，则其小者不可不广知也，盖藉众术之共成长生也。”（《微旨篇》）所以他指出：“服药虽为长生之本，若能兼行气者，其益甚速。若不能得药，能行气而尽其理者，亦得数百岁。”而在行气中，他认为：

"其大要者，胎息而已。"（《释滞篇》）再者，他认为房中之术也是必要的，"所以尔者，不知阴阳之术，屡为劳损，则行气难得"。而房中之术"其大要在于还精补脑之一事耳"。（《释滞篇》）除了以上道教方术之外，他还强调："欲求长生者，必欲积善立功，慈心于物，恕己及人，仁逮昆虫，……如此乃为有德，受福于天，所作必成，求仙可冀也。""欲求仙者，要当以忠孝、和顺、仁信为本，若德不修，而但务方术，皆不得长生也。"这种说教则又是他头脑中儒家思想的反映了。

关于宇宙万物的根源，他认为都是依靠气来生成的，人也包括在内。他说："夫人在气中，气在人中。自天地至于万物，无不须气以生者也。"（《至理篇》）他所谓的"气"是指充满宇宙间极其细微的原初物质。关于形与神的关系，他认为有形的人体是第一性的，精神是第二性的。他说："夫有因无而生焉？形须神而立焉？有者，无之宫也；形者，神之宅也。故譬之于堤，堤坏则水不留矣；方之于烛，烛糜则火不居矣。身劳则神散，气竭则命终。"（《至理篇》）所以他的结论是精神依存于形体。这些则是朴素的唯物主义观点。不过这些见解很可能是从东汉《太平经》接受而来的。

葛洪在热衷于炼丹术的同时，勤奋地钻研医术，可以说是东晋时期对我国医学贡献最大的古代杰出医学家。

他在医学上的成就是多方面的。他著有一部百卷本的《玉函方》，虽然此书后来失传，但从他的自序可知，此书是他在"周流华夏九州之中，收拾奇异，捃拾遗逸，选而集之。使种类殊分，缓急易简，凡为百卷，名曰玉函"。他的另一部医著是《肘后备急方》，后代做了一些整理，至今仍然流传，从这部著作可以看到葛洪在医学上所做的伟大贡献。《肘后备急方》又名《肘后救卒方》，经梁代陶弘景增补，改名为《肘后百一方》；以后，又经金代杨用道再度修订整理，更名为《广肘后备急方》，现今流传的版本，即是经杨用道增订的。从这个版本基本上还能分辨出葛洪本人的医学成就。

1. 可贵的医学思想

葛洪皈依道教，是一个虔诚的道教徒，醉心于炼制仙丹，追求长生不老。在这个过程中，他为了广泛收集资料，也为了寻觅理想的炼丹场所，曾经"周流九州之中"。在与民间广泛、深入的接触中，他深感民间疾病的发生和传染，常常因为缺少医者，而又无简易的自疗方法，只好坐以待毙。他深感有必要编撰一部简易应急的医方书。在《肘后备急方》序言中，他深有感慨地说：鉴于仲景元化刘戴秘要、金匮绿秩、黄素等这些古代经方，大多卷帙浩大，有的竟达千卷，非常混杂烦重，而且很难求得一部这类巨著；加上这些著作中所用大多珍贵的药品，也非一般贫穷病家所能办得到的。因此，他在自己已有的一百卷《玉函方》的基础上，收集各种简便易行的医疗技术和单验方，在不得已需要用药时，也都是选用一些价廉效显、山村僻壤易得的药物，有的根本不需到市肆去购买，都是一般草石之品，所在皆有。

在上述思想的指导下，他编撰成《肘后备急方》3卷（后世整理成8卷）。书名"肘后"指可随身携带于臂

肘之后，“备急”则多用于急救之病症，这与现代之“急救手册”具有同等的含义。

葛洪的医学思想具有可贵的群众性。药品用的是廉价易得之品，治疗技术也力求简便易行，如对古代的针灸技术，他只倡用灸疗法，因为针术非一般患者所能掌握，而灸术则人人可做。施灸部位（穴位），他总是通俗、明确地提出大致的位置，如“两乳间”、“脐下四寸”，而绝少用穴位名。这样，就达到了他自己所说的：“凡人览之，可了其所用，或不出乎垣篱之内，顾眄可具。”这也就是《肘后备急方》之所以能流传不衰的根本原因。

2. 在传染病学方面的成就

传染病，尤其是急性传染病，古来已有。东汉张仲景的《伤寒论》总结了当时在发热性传染病方面的成就，为人们所推崇和遵循。张仲景的诊疗系统，素以严谨著称。葛洪基于自己的医学思想，认为张仲景及其所遵循的《黄帝内经》那一套不适用于穷乡僻壤，更何况伤寒学体系已不能完善地驾驭全部发热性传染病的诊治。他指出古代治疗伤寒的麻黄汤、桂枝汤、柴胡汤、葛根汤、青龙汤、白虎汤等20多张方子，都是“大方”，复杂难备，因而另行设计了一些简便易行的效方，以应贫穷山村之需。

自古以来，都把热性传染病归入伤寒，认为是伤于寒邪所致，且有“冬伤于寒，春必病温”的说法。医界一般也都在这个窠臼里转圈。葛洪敢于跳出这个圈子，提出“疠气兼挟鬼毒相注，名为温病”。这里应注意的一是“疠气”，一是“相注”。由于《肘后备急方》重在提供易简方剂，不是论述医理的专著，所以他对“疠气。并未深入论述，但他已经跳出伤寒的藩篱。这一学说到了明代，发展成“疠气”说及“杂气”说，从而建立了温病学派的新学说。葛洪的这一思想可以说是温病学说的先河和萌芽。至于“相注”，则是指这些“疠气”所致的病症，能互相染易，明显是指传染病。

正是在这种不满足于“伤寒”的新的思想指导下，使他在我国传染病学方面取得了辉煌的成就。

葛洪对许多急、慢性传染病的记载，在我国医学文献中是首次记录，其中有的甚至是世界医学史上的最早记录。这些疾病包括：

（1）天花：在《肘后备急方》中，葛洪提到：那一年有一种流行传染病，发病时，全身包括头面都长疮，不多久就遍及全身，全身发红似火，随后疮里灌脓变白，如不很好治疗，大多死亡；如果不死，病愈后，留下疮疤并变为黑色。这些描述，正是天花的全过程，在国内是最早的记录。

（2）流行性钩端螺旋体病：或称出血热。书中指出，那一年又有一种浑身发黄的病。起病时只觉四肢沉重，精神不爽，不多久，黄色由双眼遍及全身，并且有全身出血的现象，也可致人于死。

（3）黄疸性传染性肝炎：周身发黄，胸部胀满，四肢觉肿胀，有时出汗也是黄色的。

（4）恙虫病：这是一种叫“立克次体”的微生物所致的急性传染病、在《肘后备急方》中，葛洪提到一种沙虱病，其病状是：初起皮肤上红赤色，大小与豆黍米粟粒一般，用手摸之其痛如刺。几天后，全身疼痛发烧，关节疼痛，

活动不便，以后皮肤的病变结痂，厉害的可致人于死。这一记载包括发热、皮疹、焦痂及其得病之经过，与恙虫病相同。此病一般认为是日本的桥本伯寿于1810年最早报道，其病名叫“都都瓦”，较葛洪之描述，实晚了千年以上。

（5）结核病：类似结核病的记载，在葛洪之前的医家可能早有提及，但均不如葛洪的具体、明确和详尽。他认为，有一种尸注鬼注病，得病者症状很多，可多至36种，99种，但大多有发热畏寒，精神恍惚，说不出具体病痛所在，却又无处不感难受。这种病可拖得很长，经年累月，最后竟疲困消瘦致死，死后又可传染给他人，甚至全家。对这种慢性感染的描述，是较典型的结核病。

3. 在寄生虫病方面的成就

古代对疾病的病源体只能靠肉眼观察，故微生物在当时无法发现。医学昆虫虽小，却能被认真的“有心人”所发现，葛洪就是这样的一个人。

（1）恙螨：这是一种只有针尖大小的传播疾病的医学昆虫。葛洪在书中提到，可以用针把这种恙虫（当时叫沙虱）挑起，它的形状与疥虫相似，只有放在指甲盖上对着日光观察，才能看清。疥虫是一种皮肤寄生虫，只有0.25×0.3毫米大小，葛洪把沙虱与疥虫相比，可见当时他已经知道疥虫，熟悉疥虫的形态。一般医学界认为疥虫是阿拉伯医生阿文佐亚（Avenzoar，1113—1162）发现的，这比葛洪晚了800年以上，至于恙螨，则更是近代才得以见到，就更无法相比了。

（2）血吸虫病：这是一种寄生在人体肝门脉血管系统中的寄生虫。《肘后备急方》中记载的中溪毒、射工、蜮等病，描述人在溪水中或溪边受感染，起初可有恶寒发热，皮肤上也有小疱，并可引起疱痢，即发热头痛，四肢烦懒，并有大便下痢的症状，在江南、东间诸县，流行此病。这种下痢及发热、皮疹的病症，与现代描述的血吸虫病（急性期）相似。

此外，葛洪在书中对疟疾、狂犬病、痢疾、马鼻疽等传染病及寄生虫病的记载不再赘述。

4. 症状学及治疗学方面的成就

就症状学而言，《肘后备急方》中所记载的各种各类不同疾病和不同病证，都很简炼精当，从上述对天花、结核、黄疸性肝炎等症的记载，已可见一斑。这里拟再提一下他的两项特殊成就。其一是对不同类型的脚气病的描述。他认为脚气病首先是在岭南、江东等地发现和流行的。病开始时不太觉得，来得较慢，只感双脚发麻微胀痛，随后可出现双小腿浮肿，或双腿乏力，腹部胀满。也可侵犯腹部，发病后很快死亡。这些症状符合现代所说的维生素乙缺乏症的两种脚气病，即干性和湿性脚气病，湿性者主要表现为腿肿发麻；干性者又称心脏型，虽无水肿，但侵犯心脏后可突然发病死亡。这些记述是相当典型的。其二是书中所载的“角弓反张”症状，患此症后，全身肌体强直痉挛，尤其背肌收缩导致头颈极度向后弯曲如弓，故称“角弓反张”，这一仔细入微的观察，与现代所说的破伤风类病症相同。葛洪所用的“角弓反张”一词一直被临床沿用。

关于治疗学方面，葛洪的贡献更是突出。

首先，在治疗被猘犬（即疯狗）咬

伤时，创造性地提出“仍杀所咬犬，取脑傅之，后不复发”。这种以同一疯狗的脑髓敷伤处治疗的方法，是否果真能达到“后不复发”的效果，尚待证实，但这种基于古代“以毒攻毒”的治疗思想，却是至可宝贵的。近代曾证实，狂犬是由于狂犬病毒所致，人被狂犬咬伤后，病毒从伤口进入体内，并与神经组织有特殊的亲和力，导致狂犬病发作。狂犬的脑髓及唾液中均有大量病毒存在，这是客观存在的事实。法国的科学家巴斯德正是从脑组织分离和培养狂犬病毒，并制成病毒疫苗，治疗该病的。这种方法，现在称为被动免疫治疗。因此人们常把葛洪的上述治疗方法，称为免疫治疗思想的萌芽。

其次，葛洪提出了许多特效的治疗药物。这里值得一提的是治疗脚气病和疟疾的药物。在脚气病的治疗方面，他提出用大豆、牛乳、蜀椒和松节松叶等来治疗脚气病。现代化学分析的结果表明，这些药物中包含有较丰富的维生素乙，用其治疗脚气病效果较理想。关于疟疾的治疗，该书中曾提及疟疾种类较多，计有老疟、温疟、瘴疟、劳疟、疟兼痢等多种。其治疗方法也是多样的，计有常山、鼠妇、豆豉、蒜、皂荚、鳖甲等，这些药物在治疗疟疾方面都有一定的疗效，虽然有的有副作用或毒性，但在古代仍起着积极的治疗作用。值得一提的还有一种青蒿治疗法，其法是将“青蒿一握，以水二升渍，绞取汁，尽服之”。新中国的科学工作者在这一思想的启示下，对青蒿作了研究，发现青蒿中含有青蒿素，这是一种新型的、优质的特效药，它与以往的奎宁、氯喹等不同，对于恶性疟疾，特别是脑型的恶性疟疾，以及对氯喹等具有抗药性的疟疾，均有理想的疗效，被现代药学界誉为继氯喹之后抗疟史上的一个突破。应该指出的是，青蒿中所含的这种有效成分，是一种不耐热的化学物质，在加热后即失去其抗疟性能。而葛洪在书中摒弃了中药最常用的熬汤的剂型，改用绞取汁的方法，这不能不令人叹服其认真观察和深入实践的科学精神。

《肘后备急方》中还提出不少我国古代独特的治疗技术。这里再略举几例。

捏脊疗法：其方法是令病人伏卧床上，医者用双手的手指拈取患者脊柱旁的皮肤，要深取，使其略有痛感，并从龟尾（就是尾脊处）往上，一直到项背顶端。这种方法治疗腹痛，尤其是儿童疳积病，效果甚佳，至今仍为临床常用。

食道异物疗法：在进食时不慎将鱼骨鲠喉或误将其他异物吞入食道时，葛洪采用的方法是：将一团薤白放入口中咀嚼，使其变柔软。然后以绳系住这团薤，令患者整团吞入，直至鲠骨处。因薤系粗纤维，当即将异物裹入。此时医者手拉绳端，将异物拉出。如果异物较大，如误吞钗，也是用一大团干萎的薤，煮熟后，切食一大团，和钗一起进入腹中，再排出体外。

葛洪还大量记录各种食物、药物中毒的治疗方法，其中有野葛、狼毒、杏仁、水银、羊踯躅、半夏、附子、莨菪、毒菌、毒肉等等，其所用的解毒剂有甘草、大豆、鸡蛋、荠苨等等，这里有的是服用后起化学中和作用而解毒，也有的是催吐使毒物立即吐出，都有一定的效果。对于昏迷不醒人事的病人，他的简便有效的急救方法是用灸法，灸人中穴、膻中穴等，在没有灸艾等材料时，

他主张用手指甲切鼻柱下，也就是掐人中穴的方法，至今在医疗中及民间仍是常用的急救方法。

《肘后备急方》不失为一本简易急救疗法手册，各种药物、治疗技术，大多是易得、易于掌握的方法，葛洪的医疗技术被后世誉为“简便验廉”，是最高度的概括。他的这些诊疗思想和方法技术，对中医的发展起着较大的影响，尤其是明清时代发展起来的走方医、铃医等学派，与葛洪有较密切的关系。

【法显】

法显，原姓龚。平阳郡平阳（今山西临汾）人。约东晋咸康八年（公元342年）生；刘宋景平元年（公元423年）卒，地理学家。

法显有兄长3人，都不幸早逝。父母怕他不能成人，3岁即将他剃度为沙弥。剃度后，在家住了几年，大病几乎死去。父母赶紧送他入寺院中，从此不肯回家。10岁时父亲去世，叔父曾逼他还俗，他不从。不久母亲去世，他回家办完丧事就回寺院。20岁受大戒。为人笃信佛教，性格倔强，有志有恒，聪明正直。他生活的时代正是南北分裂，封建割据的南北朝时期，人民大众受战乱之苦，受剥削压迫之苦很深，得不到解救，于是产生了从宗教中寻求安慰和拯救的幻想，统治阶级则妄想通过宗教而享受天国之乐。在这种情况下，佛教在中国得到广泛传播和迅速发展。法显进入中年以后，住在长安。他看到佛教虽然迅速发展，但缺乏戒律，以致各自为政，使佛教界呈现混乱的局面。法显对佛教界的混乱现状不满，立志去西方天竺（今印度）取经求法，以此矫正时弊。

后秦弘始元年（公元399年），58岁的法显与慧景、慧嵬、道整、慧应等同行从长安出发，去天竺寻求戒律。经乾归国（今甘肃兰州西）、耨檀国（今青海西宁），于公元400年到张掖。经敦煌，穿越1500里的沙河（今敦煌西至鄯善之间的沙漠地带）至鄯善国（今新疆若羌东之米兰）、焉夷国（今新疆焉耆），又从焉夷西南行，沿塔里木河，于阗河穿越塔克拉玛干沙漠，于公元401年到于阗国（今新疆和田）。经子合国（今新疆叶城奇盘庄），西逾葱岭（今帕米尔高原），经于麾国（今叶尔羌河中上游）、竭叉国（今塔什库尔干）和陀历国（今克什米尔之达丽尔），于公元402年到乌苌国（今巴基斯坦北部斯瓦脱河流域）。经宿呵多国（今斯瓦斯梯）、犍陀卫国（今巴基斯坦白沙瓦东北）、竺刹尸罗国（今巴基斯坦沙恩台里东南）、弗楼沙国（今巴基斯坦白沙瓦）和那竭国（今阿富汗的贾拉拉巴德），过小雪山（塞费德科山），于公元403年到罗夷国（塞费德科山南罗哈尼人居住地）。经跋那国（今巴基斯坦北部邦努）、毗荼国（今旁遮普）、摩头罗国（今印度马霍里），于公元404年到僧伽施国（今印度北方邦西部法鲁哈巴德区之桑吉沙村）。经沙祇大国（今印度北方阿约底）、拘睒罗国（今印度北方巴耳兰普尔西北）、蓝莫国（今尼泊尔达马里）和毗舍离国（今印度比哈尔邦比沙尔），于公元405年到摩竭提国（今印度比哈尔邦之巴特那）。经迦尸国（今印度北方邦贝拿斬斯）、拘陕弥国（今印度北方邦柯散）、达嚫国（今印度

中部马哈纳迪河上游）以及瞻波大国（今印度比哈尔邦巴格耳普尔），于公元408年到多摩梨帝国（今印度加尔各答西南之坦姆拉克）。义熙五年（公元409年）十二月法显乘船到狮子国（今斯里兰卡），在狮子国住了两年。义熙七年再乘船回国，途经耶婆提（今苏门答腊）时曾作短暂停留。义熙八年七月，法显在长广郡（今山东崂山）登陆，接着去彭城（今徐州）。公元413年去京口（今镇江）、建康（今南京）。

法显此行所经国家28个，前后在外15年，经历了种种艰险。先后跟随他的11人，有的中途返回，有的病死，有的到了天竺后就留居在那里，只有法显一人在求得经律后返回祖国，体现了他那种坚韧不拔、百折不挠的精神。这次旅游成功，使法显成为我国最早翻越西域边境高山而深入印度的少数旅行探险家之一，成为我国由陆路去印度，由海路回中国的第一个旅行家。义熙十年（公元414年），他在建康翻译佛经，同时根据自己的旅游经历写成《法显传》一书。《法显传》的书名有好几个，如《佛国记》、《佛游天竺记》、《高僧法显传》、《三十国记》等。

《法显传》是一部具有重要地理内容的游记，它不仅描述了我国西北沙漠景观和他旅行这些地方的艰辛，而且还用大部分篇幅描述印度、巴基斯坦、阿富汗、斯里兰卡等国的地理风貌、宗教信仰、历史传说、经济制度、社会文化和风俗习惯等。因此，它是中国记述印度最早最有价值的著作之一，又是研究西域和南亚史地的重要文献。通过他的描述，把人们在我国西北沙漠中旅行的艰难呈现在读者眼前：沙河中多“热风，遇则皆死，无一全者。上无飞鸟，下无走兽，遍望极目，欲求度处，则莫知所拟，惟以死人枯骨为标志耳”。葱岭南北不同的自然景观，在法显的描述中有明显的体现：“自葱岭已前，草木果实皆异，唯竹及安石榴、甘蔗三物与汉地同耳。”“顺岭西南行15日，其道艰阻，崖岸险绝，其山唯石，壁立千仞，临之目眩。”法显对狮子国的描述，给读者展现了明确的地理位置和一个“无有时节”的热带景观：“其国在大洲上，东西50由延（1由延约4.8海里），南北30由延，左右小洲乃有百数，其间相去或10里、20里，或200里，皆统属大洲。多出珍宝珠玑，……其国和适，无冬夏之异，草木常茂，田种随人，无有时节。”

《法显传》的地理学价值，还表现在它对当时印度洋、南海航行情况的记述上。法显是中西交通史上陆海兼程往返于中印之间的第一人。《法显传》可以说是航海游记，是中国关于信风和南洋航船的最早最系统的记录。书中对全部海程的航路航船都有明确记载，特别是从印度恒河口南航斯里兰卡，从斯里兰卡东航苏门答腊，从苏门答腊北航山东半岛的连续三次因季风转换而乘不同方向信风航海的记录，有重大历史意义。义熙五年十月一日（公元409年10月26日）他从印度乘船去斯里兰卡，西南行，顺冬初信风，14个昼夜到狮子国。十月上旬的初冬信风，正是印度洋上东北季风盛行时期，顺东北季风西南行船，非常方便。义熙七年八月（公元411年9月），法显乘船从狮子国去耶婆提时，已是西南季风的末期，进入了季风转换期。当西南季风转换成东北季风后，法

显由西向东航行，便是逆风而行，加上暴风雨的袭击，使他乘坐的船受损漏水，船旋迴漂转90余日才到达目的地。后来，法显在耶婆提停留了5个月，等侯西南季风回国。由于风暴的袭击，把他吹到了山东半岛的崂山。此外，《法显传》在宗教史（特别是佛教史）和文学史上也占有重要的地位。这里仅就他的海陆旅行在中国地理学史上所具有的意义和价值作了阐述。

《法显传》以它重要的历史价值和学术价值，受到国内外学术界的高度重视。国内历代都有人对它进行研究；在国外，19世纪以来各国学者很注重对此书的研究，先后译成法文、英文出版，成为世界名著。

【姜岌】

姜岌，后秦天水（今甘肃天水）人。生卒年不详，天文学家。

姜岌所造的三纪甲子元历自后秦姚苌白雀元年（公元384年）起在羌族地区颁行，到姚泓永和二年（公元417年）后秦亡于东晋时，共使用了34年。之后又被北魏政权承用了近100年。

姜岌首创了利用月食位置来推算太阳位置的方法。由于太阳的光芒强烈眩目，只要太阳处于地平线之上，便将背景中的恒星全部隐去，而失去直接判断太阳位置的参照物。在姜岌之前，间接推测的方法是当太阳落下之后或升起之前的短暂时刻，通过观测昏旦中星（过子午圈的恒星）来得知。姜岌的新方法称为月食冲法，它是在月食时测量月亮在恒星间的位置，由此可知与之正相对的太阳的位置，这样可以消除前法中由于昏旦时刻不准确等原因所导致的误差，得到较为准确的结果。月食冲法备受后世历家的重视和称赞，并被广泛采用，对太阳在恒星间位置以及岁差值计算精度的提高起了良好的作用。

姜岌经过长期观测，指出太阳在地平附近呈红色而升至空中变为白色是受“游气”影响的结果，这个结论与现代的大气选择性吸收理论有类似之处。

姜岌曾著《浑天论》一书，以自己丰富的观测经验，证实浑天说的合理性。但该书未传后世。

【何承天】

何承天，东海郯（今山东郯城）人。东晋太和五年（公元370年）生；刘宋元嘉二十四年（公元447年）卒，天文学家。

何承天5岁丧父，由叔父抚养长大，叔父何肦为益阳令。母亲徐氏为晋秘书监徐广之姐，聪明博学，故何承天从小就受到良好的家庭教育，诸子百家的学问无不精通。

何承天的青年时代正逢东晋末年，先后担任过南蛮校尉参军、长沙公辅国府参军，也做过浏阳令、宛陵令、钱唐令等。刘宋元嘉年间（公元424—453年），曾担任过衡阳内史、著作左郎、太子率更令领园子博士，又迁御史中丞。受命修撰国史，又撰《安边论》，具有一定影响，《宋书》评之为“博而笃”。何承天“性刚复，不能曲意朝右，颇以所长侮同列”。因此做官也不顺利，数起数落，甚至“被收系狱”。

元嘉十六年（公元439年）何承天为著作左郎，随即转为太子率更令。自

此以后才声望日甚，宋文帝也很看重他的才学。《何衡阳集》附录载《本传》说："承天博见古今，为一时所重"，"时（文）帝每有疑议，必先访之。"《本传》曾记载这样一件事：宋文帝命张永开挖玄武湖，挖出一座古墓，在墓上发现一个有柄的铜斗。宋文帝想了解它的历史，便遍问朝臣。只有何承天才说出它的出处。原来王莽在三公死亡时，都曾赠以一对威斗，此即王莽之物。何承天又指出当时三公之中仅甄邯家在江南，因此便进一步判断即为甄邯之墓。随即又从墓中掘铜斗一个，并有一块石碑，刻有"大司徒甄邯之墓"的铭文，从而证实了何承天的判断，从此大家都很敬佩他的学识。

后人将他的著作汇集起来，称之为《何衡阳集》，因其曾在衡阳做官，故取此书名。其最著名的科学著作《元嘉历》，完成于元嘉二十年（公元443年），正是他担任太子率更令兼国子博士之时。元嘉历有许多创造发明，是我国古代的名历之一，被郭守敬列为历代最有创造性的十三家历法之一。阮元在《畴人传》中评论说："承天术胜于前者三事：欲用定朔，一也；考正冬至日度，二也；春秋分晷影无长短之差，三也。至其创立强弱二率，以调日法，由唐迄宋，演撰家皆墨守其说而不敢变易，可谓卓然名家者。"

刘宋初年，沿用曹魏杨伟造的景初历。自魏景初元年使用以来，已有200余年的历史。由于使用年久，加上此历本身存在的缺点，误差越来越显著。元嘉二十年，何承天向刘宋政府献出私造的新历法，经过检验以后，证实新历比旧历精密，于是取名为元嘉历，于元嘉二十二年（公元445年）开始颁行，至梁天监八年（公元509年）才改用祖冲之造的大明历，先后行用达65年之久。

何承天的元嘉历并非仓促之作。他的舅父徐广就一辈子研究历数，撰有《七曜历》，并且积晋太和至太元近40年的实测资料。何承天从舅父那里学得历数的知识，从此也热心于历算工作。徐广去世以后，《七曜历》及其校测资料便为何承天所继承。他继续观测校核，至元嘉二十年，又经40余年。这些丰富的观测记录，为何承天制订元嘉历打下了稳固的基础。因此，元嘉历的成就，也应有徐广的一份贡献。

宋文帝元嘉年间，长江流域出现了东晋以来未曾有过的繁荣景象，经济和文化都得到飞速的发展，正是这个时候，改订历法的时机成熟了。正逢宋文帝也爱好历算，历法改革终于在这样的环境下得以完成。

何承天在完成他的历法以后，便进呈给宋朝政府。宋文帝是较为赞赏的，认为"殊有理据"，并交历官检验。当时的太史令钱乐之、兼丞严粲经过检验后复旨说：据元嘉十一年（公元434年）、十三年、四年、十五年、十七年的观测记录，"凡此五食，以月冲一百八十二度半考之，冬至之日，日并不在斗二十一度少，并在斗十七度半间，悉如承天所上"。又以元嘉十一年以来10年所测冬至影长，"寻校前后，以影极长为冬至，并差三日。以月食检日所在，已差四度。土圭测影，冬至又差三日。今之冬至，乃在斗十四间。又如承天所上"（《宋书·律历志中》）。对于冬至点的位置和冬至日期所作检验的结果，都证实了何承天所推是正确的。于是确立

了元嘉历的优势。然而，元嘉历首先提出使用定朔来定大小月，这原本是进步的主张，但钱乐之和严粲的思想都较为守旧，主张仍用旧法。员外散骑郎皮延宗也反对这一改革。何承天革新思想得不到支持，只能妥协，仍用平朔。

元嘉历的改革和成就主要有以下6个方面：

（1）利用月食测定冬至日度　以月食检冬至日所在的方法，首先是由后秦姜岌（公元384年）发明的，何承天非常重视这一方法，并广加应用。早在元嘉十一年他就曾向刘宋政府上书指出，以月食验日所在，已差四度；以土圭测影，冬至已差三日，需改订新历。何承天也积极宣传此法的意义，他于元嘉二十年上表说："汉代杂候清台，以昏明中星，课日所在，虽不可见，月盈则食，必当其冲。以月推日，则躔次可知焉。舍易而不为，役心于难事，此臣所不解也。"（《宋书·律历志中》）这就是说，以月验日的方法比中星法既简便又精密。经过何承天的宣传和推广，这一方法便为中国古代历法家所普遍使用。

（2）实测中星以定岁差　晋虞喜第一次提出了赤道岁差的概念，是中国天文学史上一项极其重要的发现。何承天是首先拥护和肯定岁差之说的，并且给出了新的观测值。何承天认为："《尧典》云'日永星火，以正仲夏'。今季夏则火中。又'宵中星虚，以殷仲秋'。今季秋则虚中。尔来二千七百余年，以中星检之，所差二十七八度。则尧令冬至，日在须女十度左右也。"女十度左右至斗十七度相距二十七八度，经2700余年，故得每百年差一度。由于《尧典》四仲中星未必是尧时的天象，尧时的年代也未必准确，故所推结果较为粗略，虽然如此，何承天的新测值还是比虞喜所得的五十年差一度的赤道岁差值来得准确。

（3）创立调日法　根据《宋史·律历志中》周琮《明天历》的记载，调日法是何承天创立的，但在宋以前，几乎没有任何文献谈到过调日法。据研究，调日法确实是由何承天创立的，理由有三：①元嘉历的日法为752，是除三统历以外最简单的数值，符合刚开始调制日法的状况；②元嘉历用以调制日法的强数为15，弱数为1，是所有历法中强弱数最小的，与调日法刚创立时的状况相适应；③元嘉以前历法的日法都是"率意加减"，以造日法，"苟合时用"。何承天是借助于不等式原理$\frac{a}{b}>\frac{am+cn}{bm+dn}>\frac{c}{d}$来达到调制日法的。$\frac{a}{b}$称为强率，$\frac{c}{d}$称为弱率，$m$，$n$为正整数，称为强弱数。只需选择适当的$m$，$n$，利用此式便可求出与实测相当的日法和朔余。朔余除以日法称之为约余，实测值都是用约余表示的。利用实测约余求日法、朔余的方法是：将强弱率的分子、分母分别相加，求其约余，与实测约余相比较。若约余多于测定数，则弃去强率，以强弱率相加所得之率再与弱率母子相加；若约余少于测定值，则弃去弱率，以强弱率相加所得之率与强率母子相加，然后再求约余，与测定值比较，再求新率，直至约余与测定值相符为止。于是便求得日法和朔余。

何承天取$\frac{26}{49}$为强率，$\frac{9}{17}$为弱率。以

后历法家都一直沿用此数，很少变动。强率大于正常值，弱率小于正常值。古时用平朔，大小月相间，曾经用过每17个月设1个连大月，这便是$\frac{9}{17}$的来历，使用久了之后历法必然先天。三统历81个月中设43个大月，久后发现历法后天。因此，人们便认识到$\frac{9}{17}$太弱，$\frac{43}{81}$太强。将此两数经一次调制之后，便得$\frac{26}{49}$，仍然太强。于是何承天便以$\frac{26}{49}$和$\frac{9}{17}$作为强弱率。取$\frac{26}{49}$而不取$\frac{43}{81}$作为强率，其原因是$\frac{26}{49}$更接近真值，其数也较简单，调制起来较为方便。

（4）*以雨水为气首、五星皆以近距为历元*　中国古代历法大多以寅月为正月，历法家却大多习惯于以冬至为历元，岁首与历元不在同日。这当然是不理想的，同时也不大方便。何承天认为，历法既以寅月为岁首，就该以正月所在中气为历元和气首。推算太阳的运动不是从冬至点开始，而是从雨水开始。由于冬至日在斗宿，雨水日在室宿，所以元嘉历不称岁余为斗分而是称为室分。

历元和岁首划一，这原本是一种很好的设想。但由于当时尚不知日行有盈缩，推算节气仍用平气；且当时的科学水平尚不能实测雨水时太阳的方位，仍然只能由冬至推得，这就减少了改以雨水为历元的实际价值。故后世历法家仍然以冬至为历元。

从三统历开始，中国古代的历法家都追求推算上元积年，要求日月合壁五星联珠。上元不仅是回归年、朔望月、干支年和干支日的整数倍数，同时要求是近点月、交点月和五星会合周期的倍数。在魏晋时代，各历法家所推上元积年的数值就达数万以上，随着观测精度的提高，积年数还将不断增加。为了避免或减轻这些繁复运算，某些有创新精神的历法家就进行改革。杨伟就设交会差率和迟疾差率，将交点月、近点月的因素排除在外。何承天更将五星运动的因素都排除在外，各设近距历元。这些措施都是先进的，可惜未被后世历法家所采纳。使用近距历元，不仅简化了计算，而且保持了各基本天文数据原有的实测精度，避免了为推算上元时对天文数据作出人为的修改。

元嘉历五星会合周期大都密于前历，与今测值接近。采用实测之数推算，是其主要的原因之一。朱文鑫说："岁周、月周数有奇零，已难划一，至五星会合之期；更难齐同。而古历往往增减实测之数，以牵合虚立之元。但求其数之巧合，而不计其法之无当。此占历之所以未能密合者，皆误在上元也。……今元嘉历推五星，不拘于同出一元，而所测自密，是其明证也。"（《历法通志》）

（5）*创用定朔算法*　刘洪造乾象历认识到"月行迟疾、周进有恒"。立损益率和盈缩积表，以求月亮的实测行度；又创月行三道术，以推算月亮出入黄道内外的度数。从此开始，历法取得了巨大进步。但推历日定大小余仍用平朔。魏晋历法也是如此。何承天上历表说："月有迟疾，合朔月食，不在朔望，亦非历意也。故元嘉皆以盈缩定其小余，以正朔望之日。"（《宋书·律历志中》）他认为，月行有盈缩，仍用平朔定大小余甚不合理，于是便创定朔算法，以月

行盈缩定大小余。这在中国历法史上也是一大进步。

但是，刘宋政府把元嘉历交天文官测验，太史令钱乐之兼丞严粲在给皇帝的奏书里，一面肯定何承天以月食定日度、以圭表定冬至的方法是准确的，但另一面却认为："每月朔望及弦，皆定大小余，于推交食时刻虽审，皆用盈缩，则月有频三大频二小，比旧法殊为异。……愚谓此一条自宜仍旧。"定朔算法更受到员外散骑郎皮延宗的反对，认为这样一来，"故岁之晦，为新纪之首"《宋书·律历志中》)，不合旧法。于是，元嘉历仍改用平朔。定朔算法虽然到唐代才真正实行，但何承天创始之功是不能埋没的。

(6) *定春、秋分晷影无长短之差* 元嘉以前，仅后汉四分历和魏景初历载有各节气晷影长度。景初历的数值与后汉四分历全同，故知它沿袭后汉四分历。后汉四分历在制定时，节气就落后二天多，其各节气晷影长度，大约是实测的结果。按理说，春、秋分或立春、立冬等相对应的节气，其影长也应该大致相等，即使日行有盈缩，当时太阳近地点不在冬至，但其影响仍然是次要的。因此，对相应节气的影长相差达数寸以上，是很不合理的。这只能说明，历面所定节气，比真实节气有几天的误差。何承天在其所上的历表中指出："案《后汉志》，春分日长，秋分日短，差过半刻。寻二分在二至之间，而有长短，因识春分近夏至，故长；秋分近冬至，故短也。杨伟不悟，即用之。"(《宋书·律历志中》) 只要从实测各个节气的晷影数值，即能大致判断出景初历冬至后天的日数。因此，何承天纠正了后汉四分历和景初历的错误，从对应节气的影长应大致相等的基本概念出发，重新实测了二十四节气晷影的数值。后世诸历实测二十四节气晷影，都大致不出这个范围。

【刘焯】

刘焯，字士元。信都昌亭（今河北冀县）人。东魏武定二年（公元 544 年）生；隋大业六年（公元 610 年）卒，天文学家。

刘焯出身于一个小官吏的家庭，他的父亲刘洽曾为郡功曹，家境并不富裕。刘焯自幼受到良好的教育，曾先后学《诗》于同郡的刘轨思，受《左传》于广平（今河北鸡泽）的郭懋，问《礼》于阜城（今河北阜城）的熊安生。刘焯天资聪敏，深沉好思，三处受业皆未满期便辞别老师另求新知。随后，刘焯得知武强（今河北武强）的刘智海家中有大量藏书，便与好友刘炫结伴就读于刘智海家，闭户读书，十年不出，虽衣食不继，仍自得其乐。这十年苦读，使刘焯成为饱学之士，遂以儒学知名，为州博士。

约隋文帝开皇三年（公元 583 年），冀州刺史赵煚聘刘焯为冀州从事。不久又举秀才，到京都长安（今西安）与著作郎王劭同修国史，兼参议律历之事。这时刘焯已年近 40，虽官微位卑，还是积极参加了这时的历法论争。这一年，他献上了经苦心钻研和实测而得的、自信能够会通古今、符允经传、稽于庶类、信而有征的新历法。可是，开皇四年（公元 584 年）隋文帝却决定颁用其宠臣张宾所献的开皇历，这大大出乎刘焯的意料，他即与当时著名的天文学家刘

孝孙一起反对张宾之历，指出该历不用岁差法、定朔法等六条重大失误。他们据理力争，批评多切中要害，表现了极大的坚持真理的勇气和很高的天文学素养。但是，事与愿违，刘孝孙却因此被扣上非毁天历、率意迂怪的大帽子，刘焯也被加上妄相扶证，惑乱时人的罪名，这对于刘焯不啻是一个沉重的打击，也给他的仕途蒙上了浓暗的阴影。虽然如此，得以与刘孝孙交往与共事，这对于刘焯历算研究的长进必获益匪浅。

在刘焯参加的第一次历争失败以后，刘焯被调到门下省，以待顾问。随后不久被授予员外将军之职。后与诸儒于秘书省考订儒家经典，并曾一度返回故乡，任功曹之职。开皇六年（公元 586 年）刘焯复返京师，奉命与刘炫等共同考订由洛阳运到长安的石经，以补正石经中磨损的部分，可见刘焯对儒家经典深有研究，而且在当时颇孚众望。其后，刘焯在国子监与群儒共论古今经籍。每论难蜂起，刘焯以其精博，众不能屈。开皇十年（公元 590 年），刘焯因在国子监举行的祭奠先圣先师的典礼上，与群儒辩难，深挫诸儒，为一些人所妒恨，遂有奏章上呈，谤其非是，刘焯即被革职为民。当然，这只是这一事件的直接原因，而深层的背景大约应是 7 年前历争中惑乱时人的罪名。

于是，刘焯只得回到故里，专以教授、著述为务，孜孜不倦，前后达 10 余年。一方面他继续研究儒家经典，匡正讹误，阐发新义，著有《五经述议》一书；一方面他又着力研习《九章算术》、《周髀》、《七曜历书》等 10 余部历算名著，莫不究其根本，穷其秘奥，把天文历算的研究引向深人，著有《稽极》10 卷、《历书》10 卷。《稽极》是关于前代历家同异的比较研究成果，因其书早佚，我们无由知其详。而《历书》的主要内容即是刘焯后来上呈的皇极历。在研究、著述的同时，刘焯还从事大量的教育工作，天下名儒后进，质疑受业，不远千里而至者，不可胜数。

刘焯虽身居乡里，他对于当时历算界的动态及进展却十分关心和了解，并多次参与改革历法的争论。

开皇十四年（公元 594 年），张宾开皇历推验日食多疏远，隋文帝遂令张胄玄、袁充等参定新术。刘焯闻讯，便在刘孝孙历法的基础上，增损改进，献上了《七曜新术》以备选用（此时刘孝孙已去世）。可是，该术与张胄玄之法，颇相乖爽，而张胄玄和袁充皆有宠于隋文帝，二人通力排斥之，刘焯只好作罢。这是刘焯参与的第二次历争，也以失败告终。

开皇二十年（公元 600 年），皇太子杨广征天下历算之士，咸集于东宫，共议历法之事。刘焯也在被征召之列，这回他献上了经数十年研究的皇极历，并驳正张胄玄历法的错误。由于皇极历精当新奇，驳文有理有据，颇得杨广的称赞。可是，杨广这时刚刚定为太子，立足未稳，且张胄玄仍是隋文帝的宠臣，故不敢妄自改作历法，遂以皇极历未获考验为由搁置不用。对于刘焯也仅任以太学博士之职。这时刘焯已年近花甲，本想这回可以实现历法改革的愿望，并主持天文历法的工作，可是历法未被采用，仕途无由升迁，身体状况又欠佳，遂以健康原因自动罢归乡里。这是刘焯参与历争的第三次挫折。

就在这次罢归以后不久，发生了刘

焯一生中最为悲惨的事件。在这一事件中，刘焯的挚友刘炫同时受难，使事件更具悲剧色彩。二刘均以聪明博学称著于世，被废的皇太子杨勇欲召而用之。隋文帝得知此事，便敕令二刘入川事蜀王杨秀，这大约是隋文帝和新立太子杨广惧怕满腹经伦、且精于天算之学的二刘见用于杨勇，将有碍于他们的政治安排，而作出的迅速果断的决定。可能由于二刘均已年老不愿背井离乡而入川，也可能他们对杨秀有什么成见，皆拖延不往，杨秀闻而大怒，便派人将二刘披枷带锁押解至成都，将刘焯充军，令刘炫为门卫，以羞辱之。稍后才又令二刘作典校书籍的工作。这样二位通儒大才却因为与他们无关的政治斗争，蒙受了如此巨大的冤屈，不能不令人悲愤与哀伤。

仁寿二年底（公元 603 年初），二刘获准返回京师，刘焯又与诸儒一起修订礼、律，并任以云骑尉之职。虽然经过这样一番大周折，刘焯仍继续进行历法的研究，坚持必须改历的主张。

仁寿四年（公元 604 年）刘焯又上书皇太子杨广，一方面实事求是地指出张胄玄历法有可取之处；另一方面又尖锐地指出张胄玄历法中有不少内容系取自刘孝孙历法和他在开皇三年所献的历法，并指出张胄玄历法大小失误 536 条，还以交食等古今天象对张胄玄历法进行验算，发现其乖舛 44 条。最后，刘焯提出了要与张胄玄当面辩论，和通过实际检验以判别历法优劣的要求。这些都表现了刘焯极大的自信和实事求是的科学精神。同年，刘焯还上呈论律吕之书，这是关于音律学的研究成果。

大业元年（公元 605 年）隋炀帝杨广登基后，令刘焯与张胄玄两相辩论。张胄玄以皇极历在推求月朔时以定朔法为算，势必出现连续三个大月或连续三个小月的状况，不符合传统的月朔安排方法为由，责难皇极历非是；刘焯则据理力争，以驳张胄玄历，双方互相驳难，是非不决。这当是刘焯参加的第四次历争受挫。同年，刘焯还作论浑天之说上呈，提出了以实测来检验夏至日影长差一寸，两地相距千里的说法的重要建议。

在仁寿、大业之交，是刘焯对天文历法的研究达到炉火纯青的年代，但他的历法是否被采用依然悬而未决，他的重要建议未被采纳，他对音律学的研究心得不被重视，这对于刘焯的打击是十分沉重的，作为对这极不公正的现实的一种抗议，刘焯又罢归故里，以待历史的判决。

大业四年（公元 608 年），张胄玄历推算日食失验，隋炀帝召见刘焯，欲改行皇极历。可是，其时袁充正得到隋炀帝的宠信，他与张胄玄一起力排皇极历，遂使隋炀帝犹豫不决，欲行又止。大业六年（公元 610 年），刘焯去世，改历之议猝然而止。这是刘焯参与的第五次历争。

自开皇三年到大业六年的 20 余年里，在刘焯参与的五次历争中，第四次主要由于落后的传统观念作祟而导致失败，其余四次则明显地受人际关系和政治因素的影响，而并不以历法自身的优劣为断，即刘焯五次都是光荣的失败者，他也因此遭受了不少磨难，但刘焯则不折不挠，奋争不息，至死不渝，为历法的进步奉献了毕生的心血。在刘焯的皇极历中颇多创新，术士咸称其妙，对后世历法产生过相当大的影响，历史将不

会忘记这位多灾多难、几被埋没的天文学家的业绩。

在皇极历中，刘焯给出了一批十分精确的天文数据：在刘焯以前各历法所取近点月长度值的误差多在5秒左右，甚至有达10余秒者，而刘焯取其值为$27\frac{1255}{2263}$日，误差仅0.8秒，精度远超前人，而且与后世历法相比较，该值的精度亦属上乘。对于月亮每日平均行度，刘焯取13.36879度，与之相应的恒星月长度则为27.321675日，误差为1.3秒，它较前代诸历法（误差多为5秒左右）的精度也高得多。他取食年长度为346.619338日，误差为24秒，其精度也是前所未及的，后世也只有唐末的崇玄历（误差15秒）和北宋末的纪元历（误差7秒）超过了它。刘焯还最早提出了黄道岁差的概念和具体数值，这一概念是从他的先辈所发明的赤道岁差概念引申出来的。在计算太阳行度时，计入黄道岁差的影响，较以赤道岁差入算要科学和合理得多，这大约便是刘焯阐明和采用黄道岁差概念的出发点。刘焯所用的黄道岁差值为1年差$\frac{609.5}{46644}$度，这相当于76.53年差1度。与该值相应的赤道岁差值为83.5年差1度，这个数值的精度比前代各家都要高，而且对唐代以及北宋若干历法产生很大的影响。对于其他一系列天文数据，皇极历也各取新值，其精度也大都与前代历法持平。

关于天文表格的编制，皇极历也有所改良或创新。如对于月亮运动不均匀改正数值表（月离表）的定量分析表明：其月亮过近地点时间的误差为0.47日，达到了历史上较高的精度；其月亮每日实行度的测算误差为9.4′，精度高于前代各历法（误差在10.5′至27.1′不等），以后也只有唐末崇玄历的精度（误差为7.0′）超过了它。可见皇极历的月离表是历代最优秀的历表之一。皇极历是我国古代现存最早的给出完整的太阳运动不均匀改正数值表（日躔表）的历法，它很可能受到北齐张子信、刘孝孙等人有关方法的影响。对该表的定量分析显示：二十四节气太阳实行度分与平行度分之差的测算误差为25.2′；因太阳运动不均匀而加于平朔的日分改正值的误差为3.4刻，到唐一行大衍历以后的日躔表才从总体上超过这一水平。可是，皇极历的日躔表存在三个大缺欠：一是它以二分和二至时太阳的盈缩度相同；二是对二分前2个节气太阳盈缩度的测算存在较大的误差；三是对太阳中心差极值的测算也偏大。这些都极大地损害了对太阳运动不均匀性的整体规律的描述，也降低了日躔表的整体精度。在皇极历中，对二十四节气昼夜漏刻长度、昏旦中星度及月亮入交去黄道（即求月亮极黄纬）等表格也作了重新测算，其精度仅保持在前代的水平上。

崭新的数学方法的发明和应用，是皇极历的又一重大特色。其新法主要有等间距二次差内插法、等差级数法和坐标变换法三种。

关于等间距二次差内插法的算式可以概括为

$$T = T_0 + \frac{t}{l} \cdot \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} + \frac{t}{l}(\Delta_1 - \Delta_2) - \frac{t^2}{2l^2}(\Delta_1 - \Delta_2)。$$

欲求任一时日月亮的极黄纬值，上

式中的 T 即为该值的 10 倍。t 系指该时日与最临近的一次月亮过黄白交点时刻之差，$l = 7356366$（“交法”），T_0 为该日的月亮极黄纬值，$\triangle_1$ 和 $\triangle_2$ 分别为该日后相邻两日的 T_0 值之差。T_0（“衰积”）、$\triangle_1$ 和 $\triangle_2$（“去交衰”）均可由月亮入交去黄道表查得。

由上式可求任一时日太阳实行度与平行度之差 T（后用 $T*$ 表示），式中的 t 系指某节气初日与所求时日的间距。l 为一节气的日数，对于秋分后到春分前的各节气，$l = \frac{16}{11} \times 10 \doteq 14.54$ 日；对于春分后到秋分前的各节气，$l = \frac{17}{11} \times 10 \doteq 15.45$ 日。它们分别是秋分到春分，和春分到秋分的每一个定气日数平均值的约数，其准确值应分别为 14.76 日和 15.68 日。T_0 指某节气太阳实行度与平行度之差。$\triangle_1$ 和 $\triangle_2$ 分别为某节气后相邻两节气的 T_0 之差。T_0（“衰总”）、$\triangle_1$ 和 $\triangle_2$（“躔衰”）均可由日躔表查得。

由上式可求因太阳运动不均匀导致的平朔到定朔的改正值 T（后用 $T_{\odot}$ 示之）。式中的 t 系指某节气初日与平朔时刻的间距，l 的含义同上述，T_0 为某节气因太阳运动不均匀导致的平朔到定朔的改正值，$\triangle_1$ 和 $\triangle_2$ 分别为某节气后相邻两节气的 T_0 之差。T_0（“迟速数”）、$\triangle_1$ 和 $\triangle_2$（“陟降率”）亦可由日躔表查得。

由上式可求因月亮运动不均匀导致的平朔到定朔的改正值 T（后用 T_0（表示）。式中的 t 系指该日平朔时刻与最临近的一次月亮过近地点时刻之差，$l = 1$ 日，T_0 为同该日月亮实行度与平行度之差相应的时刻值，$\triangle_1$ 和 $\triangle_2$ 分别为同该日后相邻两日 T_0 值有关的数值。T_0（“朓朒积”）、$\triangle_1$ 和 $\triangle_2$（“加减”）都可由月离表中查得。

有了以上二术，则有

$$定朔时刻 = 平朔时刻 + T_{\odot} + T_0$$

这就是皇极历计算定朔的方法，是我国古代最早同时虑及日、月运动不均匀对真正合朔时刻影响的定朔法，在我国古代历法史上占有很重要的地位。此外，以上四处所用等间距二次差内插法，对于有关天文量计算精度的提高，无疑起了良好的作用，因为它们能较好地反映这些天文量变化的客观状况，所以，该法同时在数学和天文学史上都有重要的意义。它和定朔法一起也都对后世历法产生了深远的影响。

皇极历还首创了等差级数的表述和计算方法。如在应用昼夜漏刻长度表计算任一时日的昼夜漏刻长度（K）时，刘焯给出了二十四节气初日的初数（L），又给出相邻两节气间每日增或减的等差数（$\triangle$），如“每日增大”、“每日增少”等等。已知该日所入节气及入该节气后的日数（t_0），即可求出 $\sum_0^{t_0} t_0 \triangle$（$t_0 = 0.1, \ldots, 15$）。由昼夜漏刻表查得该节气初日的夜半漏刻值（$K_0$），则

$$K = K_0 \pm \frac{1}{a}\left(t_0 L \pm \sum_0^{t_0} t_0 \triangle\right),$$

式中 a 为一常数。在坐标变换、交食和五星运动计算的有关问题中，也应用了等差级数的表述与计算法。该法与等间距二次差内插法一样，具有同样重要的意义。

关于黄赤道差的计算法，自张衡发

明并为刘洪首次引入历法后，沿用了数百年，一直到刘焯皇极历才又提出了新的算法。刘焯以每经赤道四度为一限，这同张衡以五度为限没有什么本质的区别，但刘焯以为每一限黄赤道差的数值是以等差级数变化的，如“每限增一”、“每限损一”等等，这较张衡以每一限黄赤道差为一常数有所改进。据研究，刘焯黄赤道差计算法的误并为0.24°，与张衡法的水平相当。刘焯在坐标变换法方面更主要的贡献是首创了黄白道差（黄道度与白道度之差）计算法，对该法的描述方式与黄赤道差计算法相同。研究表明，该法的误差为0.13°。这些新算法也对后世产生很大的影响。

在吸取前人特别是张子信等人的研究成果，并经长期探索以后，刘焯还创立了一整套日月交食的推算法，其创新处有以下6个方面：

第一，首创了月亮入交定日（P）和太阳入会定日（q）的计算法：

$$P=\text{入交平日及余}\pm T_{\odot}\pm\frac{\text{交率}}{\text{交数}}\times T_{(},$$

$$q=\text{入会平日及余}\pm T_{(}\pm\frac{\text{交率}}{\text{交数}}\times T_{\odot}。$$

经研究，以该二式计算月亮、太阳与黄白交点的时距（P 和 q）时，既考虑了太阳、月亮运动不均匀性的影响，又虑及了黄白交点退行的影响，其天文概念十分准确和清晰。

第二，关于交食食限概念的扩充和食分计算法的改进。对于月食食分（$g_{(}$），皇极历所给出的算式为

$$g_{(}=\frac{\text{望差}-\{\text{去交日分}-[3K_{\text{至}}+2(10+S)+2K_{\text{分}}]\}}{96},$$

式中望差为朔望月长度与交点月长度之差的一半。去交日分即上述 P 值。$K_{\text{至}}$ 为发生在春分（或秋分）前、后的望日所值节气距夏至的节气数（0－12）；$K_{\text{分}}$ 为发生在春分（或秋分）前的望日所值节气距春分（或秋分）的节气数（0－6），若望日在春分（或秋分）后，$K_{\text{分}}\equiv0$。S 为去交日分所相当的时辰数（0－14）。因为望差 $=1439\frac{4205.5}{5923}\doteq96\times15$，则上式可以改写为

$$g_{(}=\frac{\text{望差}-P}{\text{望差}}\times15+\frac{3K_{\text{至}}+2K_{\text{分}}}{96}\quad\frac{2S}{96}+\frac{20}{96},$$

该式右边首项的分数部分的天文学含义是：月面直径被遮掩部分与月面直径的比，而15系指月面直径的总分数，这一项是继承了前代历家的传统算法。第二项是与望日所值节气有关的食分改正项，对皇极历所给定的 $K_{\text{至}}$ 和 $K_{\text{分}}$ 值的分析显示，它实际上已虑及了发生月食时，太阳与近地点（或远地点）相对位置不同对月食食分的影响，这是一个极重要的发现。而第三项则是一个错误的改正值，因为当 S 大时 $g_{(}$ 当小，所以加这一项改正是适得其反。若令 $g_{(}=15$，$K_{\text{至}}$、$K_{\text{分}}$ 和 S 皆为零，代入该式可得

$$P=20\text{分}=\frac{20}{1242}\text{日}$$

$$=\frac{20}{1242}\times13.36879\text{度}=0.21°,$$

此为必定发生月全食的最大限度，这也正是该式中第四项的含义。在皇极历以前各历法，均以为只有当 $P=0°$ 时，才发生月全食（$g_{(}=15$），但刘焯发现并非如此，只要 $P\leqslant0.21°$ 就必发生月全食，换句话说，$g_{(}$ 可以大于15，这又是

一个极重要的发现。若令 $g_{(}=15$，$K_{至}=12$，$K_{分}=6$，$S=14$，代入该式得 $P=96$ 分 $=1.02°$，这是可能发生月全食的最大限度，这一概念和数值的阐明，同样具有重要的意义。此外，在该式中，刘焯还包容了前人已经发明的可能发生月偏食和必定发生月偏食的最大限度的概念和数值：令 $g_{(}=0$，$K_{至}=12$，$K_{分}=6$，$S=14$，代入该式得 $P=1536$ 分 $=16.30°$；令 g、$K_{至}$、$K_{分}$、S 均为 0，代入该式得 $P=1460$ 分 $=15.49°$。上述皇极历四种月食食限值的误差均在 4°－5°间，其中后二种甚至不如前代历法准确，这是意义深远的开拓进程中的失误。

对于日食食为（$g_{\odot}$），刘焯也给出了类似的算式：

$$g_{\odot}=\frac{望差-去交日分}{望差}\times 15\pm\frac{M}{96},$$

式中 M 的大小或正负与日食发生时所值的节气以及距午正辰刻的多少有关。我们知道：月亮视差的大小是与月亮天顶距的大小成正比的，月亮天顶距的大小则与所当节气及距午正辰刻的多少相关。由此看来，该式第二项应是虑及月亮视差对日食食分的影响的。同理，该式亦包含有可能发生日偏食的最大限度、必定发生日偏食的最大限度，和可能发生日全食的最大限度等日食食限的概念与数值。

第三，创立从定朔时刻求日食食甚时刻的方法。首先，日食食甚时刻不等于定朔时刻这一命题本身，就是刘焯对日食深入细致的观测与研究的成果。我们知道这二种时刻之间的差异主要与月亮视差有关，刘焯所提出的算式也正表达了这一认识。其算式为日甚时刻＝定朔时刻 $\pm N$，其中 N 的含义与上述 M 的含义相类似，可见他所创立的这一计算方法是合乎科学的。

第四，日月食初亏和复圆时刻计算法的发明。刘焯给出的算式是初亏时刻＝食甚时刻 $-H$；复圆时刻＝食甚时刻 $+H$，那么日月食的全部见食时刻＝复圆时刻－初亏时刻 $=2H$。而

$$H=\frac{(300-d)\times 1242}{300\times 103.5}=\left(12-\frac{d}{25}\right)$$

刻，

d 则是与日食食分大小有关的数值，刘焯是以等差级数来描述它们之间的关系的，d 可由等差级数求和的方法求得，食分越小，d 越大。当食分＝15 时，$d=0$，是 $2H=24$ 刻，该数值显然是偏大了，但它对后世历法却产生了不小的影响。

第五，对于日应食不食和不应食而食术，刘焯也进行了十分认真的讨论。他列出了 9 种日应食不食和 7 种日不应食而食的判据，每一种判据又均与朔时月亮去交度分、所值节气和距午正时刻三要素相关。分析表明刘焯所列 16 种判据都定性地与月亮视差对日食影响的原理相符合，这是对张子信当年发现的极重要的补充和发展。

第六，刘焯还对交食亏起方位作了论述，分为月亮在黄道南、北二种情况，每一种情况又分为交食发生在观测者的正南、正东、正西、东南和西南前后等 7 种不同的方向时，亏食起始的方位、亏食的走向及亏食终了的方位等内容。这是我国古代对交食亏起方位所作的最详尽的描述。

刘焯的这一整套交食推算法的创立，标志着我国古代的交食研究进入了一个崭新的时代。与此具有同样划时代意义

的发明，是他所创立的五星位置计算的新方法。欲求任一时日（A）五星的黄道宿度，刘焯创立了以下5个步骤：

（1）求出历元到A的积日数，减去五星伏日数的一半，其差数以五星会合周期除之，所得余数（B）是为A与最临近的一次五星晨始见东方时刻（平见日）间的时距。由于五星会合周期实际上是相当数量的实测五星会合时间的平均值，故由之算得的平见日（A－B），可以认为是以五星和太阳均作匀速运动为基础求得的。又以积日数除以回归年长度，所得余数（C）则为所求年冬至夜半与A的时距，由此亦可知A所值的节气。

（2）求五星运动不均匀引起的改正值。在皇极历中给出了因所处节气不同，五星平见日或超前、或滞后的时间改正表。以C为引数，依一次差内插法则可由这些表格算得相应的改正值（l_0）。刘焯称$A-B\pm l_0$为常见日。对这些表格的研究表明：刘焯对金、水二星运动不均匀性改正的描述只是定性的；而对于木、火、土三星的近日点和远日点黄经测算的误差分别为＋50.8°和－9.2°，＋26.2°和－18.8°，＋22.2°和＋22.2°；对于木、火、土三星运动不均匀性改正的误差分别为1.6°，3.1°和2.4°。其精度还是较低的。

（3）求太阳运动不均匀引起的改正值。由日躔表依等间距二次差内插法求算之，以$C\pm l_0$为引数，它相当于前述计算$T_{\odot}$值中的“平朔时刻”值。刘焯称$A-B\pm l_0\pm T_{\odot}$为定见日（E）。

（4）求定见日五星所在黄道宿度（R）。皇极历以历元年冬至夜半时太阳位于黄道虚宿一度，由此后推积年（自历元到所求年的年数）乘以黄道岁差度，可得所求年冬至夜半时太阳所在黄道宿度（R_0）。又以$C\pm l_0\pm T_{\odot}$为引数，它相当于前述计算T_*值中的“所求时日”值。则定见日太阳所在黄道宿度为：$R_0+C\pm l_0\pm T_{\odot}\pm T_*$。又已知五星定见日与太阳的度距（F）分别为：木星14度，火星16度，土星16.5度，金星11度和水星17度，于是

$$R=R_0+C\pm l_0\pm T_{\odot}\pm T_*+F。$$

（5）求所求时日五星所在黄道宿度（I）。以A－E为引数，可由五星动态表求得定见日到A的五星行度值（V），于是

$$I=R+V。$$

在皇极历以前各历法的五星动态表，均由五星晨见始，依次列出前顺、留、逆、留、后顺、伏等动态所经的日数和所行的度数，它们均与这些动态所值的节气无关。皇极历的木、土二星动态表与前相仿，而对火、金和水三星的动态表则作了重大的改进：对于前顺和后顺2个动态时段，均依它们所值的节气不同，给出了不同的运动速率，这实际上就是虑及了这三个行星运动不均匀性的影响。此外，在皇极历的五星动态表中，对各不同动态时段的运动状况，还首次采用了等差级数的描述方法，这当然要比前代各历的匀速运动描述法更切合五星运动的实际状况。如对于火星后顺时段，其术曰：“初日万六千六十九，日益疾百一十分，六十一日行二十五度，分万五千四百九”，其分母即“气日法四万六千六百四十四”（《隋书·律历志》）。已知等差级数求和公式为$nh+\frac{(m-1)\ n\triangle}{2}$，上术中$n=61$，$h=$

$\frac{16069}{46644}$，$\Delta=\frac{110}{46644}$，代入求和公式得 25 $\frac{15409}{46644}$，正与术合。因此推知，皇极历采用了等差级数的求和公式。

最后我们还要提及刘焯在大业元年提出的一项重要的科学建议。刘焯是一位浑天家，他以为盖天说据以推算天地大小的夏至时日“影千里差一寸”这一基本数据是错误的。他指出“寸差千里”的说法没有可靠的典籍依据，这是从一位经学家的立场予以否定的。他又指出“今交、爱之州，表北无影，计无万里，南过戴日，是千里一寸，非其实差”，就是说交、爱二州与地中阳城的距离均不及万里，而夏至时二州日影长度为零，阳城日影长度为一尺五寸，所以应是约六百里日影差一寸，这里从一般人都承认的阳城与交、爱二州的实际距离和影长的事实予以驳斥。更重要的是，刘焯提出了进行检验的具体实测方案：“请一水工，并解算术士，取河南、北平地之所，可量数百里，南北使正。审时以漏，平地以绳，随气至分，同日度影。得其差率，里即可知。”（《隋书．天文志》）这一方案从测量地点的选择，水平测量和时间量度器具和方法的选定，到日影长度的测量必须异地同时进行等要求，考虑相当周密，同时也是十分合理的和可行的。刘焯原本希望通过这一实测来彻底揭示“寸差千里”的谬误，并作为改良浑天说的基础。可惜，他的这一科学建议未被及时采纳，直到百余年以后，唐代的南宫说一行等人才将其付诸实施，进而取得十分重要的科学成果。

综上所述，刘焯的皇极历在一系列天文数据的测算、天文表格的编制、数学方法（特别是等间距二次差内插法和等差级数法）、定朔法、交食推算法以及五星位置计算法等方面，均取得了杰出的成就，它们或以精湛称著，或以立新见长，从而把历法向数学化、精密化和合理化的方向推进了一大步。皇极历的出现标志着我国古代历法已经进入了完全成熟的时期。可是，皇极历作为一代名历而未被正式颁用，它的作者刘焯作为一代天文学大师也命运多舛，这种极不公正的历史现象，不应该让它重演。

【祖冲之】

古代著名的科学家

祖冲之（429—500）是我国南北朝时代南朝的一位著名科学家。

从公元 420 年东晋灭亡到 589 年隋朝统一全国的一百七十年中间，我国历史上形成了南北对立的局面，这一时期称作南北朝。南朝从公元 420 年东晋大将刘裕夺取帝位，建立宋政权开始，经历了宋、齐、梁、陈四个朝代。同南朝对峙的是北朝，北朝经历了北魏、东魏、西魏，北齐、北周等朝代。祖冲之是南朝人，出生在宋，死的时候已是南齐时期了。

当时由于南朝社会比较安定，农业和手工业都有显著的进步，经济和文化得到了迅速发展，从而也推动了科学的前进。因此，在这一段时期内，南朝出现了一些很有成就的科学家，祖冲之就是其中最杰出的人物之一。

祖冲之的原籍是范阳郡遒县（今河北易县）。在西晋末年，祖家由于故乡遭到战争的破坏，迁到江南居住。祖冲

之的祖父祖昌，曾在宋朝政府里担任过大匠卿，负责主持建筑工程，是掌握了一些科学技术知识的；同时，祖家历代对于天文历法都很有研究。因此祖冲之从小就有接触科学技术的机会。

祖冲之对于自然科学和文学、哲学都有广泛的兴趣，特别是对天文、数学和机械制造，更有强烈的爱好和深入的钻研。早在青年时期，他就有了博学多才的名声，并且被政府派到当时的一个学术研究机关——华林学省，去做研究工作。后来他又担任过地方官职。公元461年，他任南徐州（今江苏镇江）刺史府里的从事。464年，宋朝政府调他到娄县（今江苏昆山县东北）作县令。

祖冲之在这一段期间，虽然生活很不安定，但是仍然继续坚持学术研究，并且取得了很大的成就。他研究学术的态度非常严谨。他十分重视古人研究的成果，但又决不迷信古人。用他自己的话来说，就是：决不“虚推（盲目崇拜）古人”，而要“搜炼古今（从大量的古今著作中吸取精华）”。一方面，他对于古代科学家刘歆、张衡、阚泽、刘徽、刘洪、赵歐等人的著述都作了深入



祖冲之

的研究，充分吸取其中一切有用的东西。另一方面，他又敢于大胆怀疑前人在科学研究方面的结论，并通过实际观察和研究，加以修正补充，从而取得许多极有价值的科学成果。在天文历法方面，他所编制的《大明历》，是当时最精密的历法。在数学方面，他推算出准确到六位小数的圆周率，取得了当时世界上最优秀的成绩。

宋朝末年，祖冲之回到建康（今南京），担任谒者仆射的官职。从这时起，一直到齐朝初年，他花了较大的精力来研究机械制造，重造指南车，发明千里船、水碓磨等等，作出了出色的贡献。

当祖冲之晚年的时候，齐朝统治集团发生了内乱，政治腐败黑暗，人民生活非常痛苦。北朝的魏乘机发大兵向南进攻。从公元494年到500年间，江南一带又陷入战火。对于这种内忧外患重重逼迫的政治局面，祖冲之非常关心。大约在公元494年到498年之间，他担任长水校尉的官职。当时他写了一篇《安边论》，建议政府开垦荒地，发展农业，增强国力，安定民生，巩固国防。齐明帝看到了这篇文章，打算派祖冲之巡行四方，兴办一些有利于国计民生的事业。但是由于连年战争，他的建议始终没有能够实现。过不多久，这位卓越的大科学家活到七十二岁，就在公元500年的时候去世了。

改革历法

我国古代劳动人民，由于畜牧业和农业生产的需要，经过长时期的观察，发现了日月运行的基本规律。他们把第一次月圆或月缺到第二次月圆或月缺的一段时间规定为一个月，每个月是二十九天多一点，十二个月称为一年。这种

计年方法叫做阴历。他们又观察到：从第一个冬至到下一个冬至（实际上就是地球围绕太阳运行一周的时间）共需要三百六十五天又四分之一天，于是也把这一段时间称作一年。按照这种办法推算的历法通常叫做阳历。但是，阴历一年和阳历一年的天数，并不恰好相等。按照阴历计算，一年共计三百五十四天；按照阳历计算，一年应为三百六十五天五小时四十八分四十六秒。阴历一年比阳历一年要少十一天多。为了使这两种历法的天数一致起来，就必须想办法调整阴历一年的天数。对于这个问题，我们的祖先很早就找到了解决的办法，就是采用“闰月”的办法。在若干年内安排一个闰年，在每个闰年中加入一个闰月。每逢闰年，一年就有十三个月。由于采用了这种闰年的办法，阴历年和阳历年就比较符合了。

在古代，我国历法家一向把十九年定为计算闰年的单位，称为“一章”，在每一章里有七个闰年。也就是说，在十九个年头中，要有七个年头是十三个月。这种闰法一直采用了一千多年，不过它还不够周密、精确。公元 412 年，北凉赵歐创作《元始历》，才打破了岁章的限制，规定在六百年中间插入二百二十一个闰月。可惜赵歐的改革没有引起当时人的注意，例如著名历算家何承天在公元 443 年制作《元嘉历》时，还是采用十九年七闰的古法。

祖冲之吸取了赵歐的先进理论，加上他自己的观察，认为十九年七闰的闰数过多，每二百年就要差一天，而赵歐六百年二百二十一闰的闰数却又嫌稍稀，也不十分精密。因此，他提出于三百九十一年内一百四十四闰的新闰法。这个闰法在当时算是最精密的了。

除了改革闰法以外，祖冲之在历法研究上的另一重大成就，是破天荒第一次应用了“岁差。”

根据物理学原理，刚体在旋转运动时，假如丝毫不受外力的影响，旋转的方向和速度应该是一致的；如果受了外力影响，它的旋转速度就要发生周期性的变化。地球就是一个表面凹凸不平、形状不规则的刚体，在运行时常受其他星球吸引力的影响，因而旋转的速度总要发生一些周期性的变化，不可能是绝对均匀一致的。因此，每年太阳运行一周（实际上是地球绕太阳运行一周），不可能完全回到上一年的冬至点上，总要相差一个微小距离。按现在天文学家的精确计算，大约每年相差 50.2 秒，每七十一年八个月向后移一度。这种现象叫作岁差。

随着天文学的逐渐发展，我国古代科学家们渐渐发现了岁差的现象。西汉的邓平、东汉的刘歆、贾逵等人都曾观测出冬至点后移的现象，不过他们都还没有明确地指出岁差的存在。到东晋初年，天文学家虞喜才开始肯定岁差现象的存在，并且首先主张在历法中引入岁差。他给岁差提出了第一个数据，算出冬至日每五十年退后一度。后来到南朝宋的初年，何承天认为岁差每一百年差一度，但是他在他所制定的《元嘉历》中并没有应用岁差。

祖冲之继承了前人的科学研究成果，不但证实了岁差现象的存在，算出岁差是每四十五年十一个月后退一度，而且在他制作的《大明历》中应用了岁差。因为他所根据的天文史料都还是不够准确的，所以他提出的数据自然也不可能

十分准确。尽管如此，祖冲之把岁差应用到历法中，在天文历法史上却是一个创举，为我国历法的改进揭开了新的一页。到了隋朝以后，岁差已为很多历法家所重视了，像隋朝的《大业历》、《皇极历》中都应用了岁差。

祖冲之在历法研究方面的第三个巨大贡献，就是能够求出历法中通常称为“交点月”的日数。

所谓交点月，就是月亮连续两次经过“黄道”和“白道”的交叉点，前后相隔的时间。黄道是指我们在地球上的人看到的太阳运行的轨道，白道是我们在地球上的人看到的月亮运行的轨道。交点月的日数是可以推算得出来的。祖冲之测得的交点月的日数是27.21223日，比过去天文学家测得的要精密得多，同近代天文学家所测得的交点月的日数27.21222日已极为近似。在当时天文学的水平下，祖冲之能得到这样精密的数字，成绩实在惊人。

由于日蚀和月蚀都是在黄道和白道交点的附近发生，所以推算出交点月的日数以后，就更能准确地推算出日蚀或月蚀发生的时间。祖冲之在他制订的《大明历》中，应用交点月推算出来的日、月蚀时间比过去准确，和实际出现日、月蚀的时间都很接近。

祖冲之根据上述的研究成果，终于制成了当时最科学、最进步的历法——《大明历》。这是祖冲之科学研究的天才结晶，也是他在天文历法上最卓越的贡献。

此外，祖冲之对木、水、火、金、土等五大行星在天空运行的轨道和运行一周所需的时间，也进行了观测和推算。我国古代科学家算出木星（古代称为岁星）每十二年运转一周。西汉刘歆作《三统历》时，发现木星运转一周不足十二年。祖冲之更进一步，算出木星运转一周的时间为11.858年。现代科学家推算木星运行的周期约为11.862年。祖冲之算得的结果，同这个数字仅仅相差0.04年。此外，祖冲之算出水星运转一周的时间为115.88日，这同近代天文学家测定的数字在两位小数以内完全一致。他算出金星运转一周的时间为583.93日，同现代科学家测定的数字仅差0.01日。

公元462年（宋大明六年），祖冲之把精心编成的《大明历》送给政府，请求公布实行。宋孝武帝命令懂得历法的官员对这部历法的优劣进行讨论。在讨论过程中，祖冲之遭到了以戴法兴为代表的守旧势力的反对。戴法兴是宋孝武帝的亲信大臣，很有权势。由于他带头反对新历，朝廷大小官员也随声附和，大家不赞成改变历法。

祖冲之为了坚持自己的正确主张，理直气壮地同戴法兴展开了一场激烈的辩论。

这一场关于新历法优劣的辩论，实际上反映了当时科学和反科学、进步和保守两种势力的尖锐斗争。戴法兴首先上书皇帝，从古书中抬出古圣先贤的招牌来压制祖冲之。他说，冬至时的太阳总在一定的位置上，这是古圣先贤测定的，是万世不能改变的。他说，祖冲之以为冬至点每年有稍微移动，是诬蔑了天，违背了圣人的经典。他又把当时通行的十九年七闰的历法，也说是古圣先贤所制定，永远不能更改。他甚至骂祖冲之是浅陋的凡夫俗子，没有资格谈改革历法。

祖冲之对权贵势力的攻击丝毫没有惧色。他写了一篇有名的驳议。他根据古代的文献记载和当时观测太阳的记录，证明冬至点是有变动的。他指出：事实十分明白，怎么可以信古而疑今。他又详细地举出多年来亲自观测冬至前后各天正午日影长短的变化，精确地推算出冬至的日期和时刻，从此说明十九年七闰是很不精密的。他责问说：旧的历法不精确，难道还应当永远用下去，永远不许改革。谁要说《大明历》不好，应当拿出确凿的证据来。

当时戴法兴指不出新历到底有哪些缺点，于是就争论到日行快慢、日影长短、月行快慢等等问题上去。祖冲之一项一项地据理力争，都驳倒了他。

在祖冲之理直气壮的驳斥下，戴法兴没话可以答辩了，竟蛮不讲理地说："新历法再好也不能用。"祖冲之并没有被戴法兴这种蛮横态度吓倒，却坚决地表示："决不应该盲目迷信古人。既然发现了旧历法的缺点，又确定了新历法有许多优点，就应当改用新的。"

在这场大辩论中，许多大臣被祖冲之精辟透彻的理论说服了，但是他们因为畏惧戴法兴的权势，不敢替祖冲之说话。最后有一个叫巢尚之的大臣出来对祖冲之表示支持。他说《大明历》是祖冲之多年研究的成果，根据《大明历》来推算元嘉十三年（436）、十四年、二十八年、大明三年（459）的四次月蚀都很准确，用旧历法推算的结果误差就很大，《大明历》既然由事实证明比较好，就应当采用。

这样一来，戴法兴只有哑口无言。祖冲之取得了最后胜利。宋孝武帝决定在大明九年（465）改行新历。谁知大明八年孝武帝死了，接着统治集团内发生变乱，改历这件事就被搁置起来。一直到梁朝天监九年（510），新历才被正式采用，可是那时祖冲之已去世十年了。

圆周率研究的重大贡献

祖冲之不但精通天文、历法，他在数学方面的贡献，特别对"圆周率"研究的杰出成就，更是超越前代，在世界数学史上放射着异彩。

我们都知道圆周率就是圆的周长和同一圆的直径的比，这个比值是一个常数，现在通用希腊字母"π"来表示。圆周率是一个永远除不尽的无穷小数，它不能用分数、有限小数或循环小数完全准确地表示出来。由于现代数学的进步，已计算出了小数点后两千多位数字的圆周率。

圆周率的应用很广泛。尤其是在天文、历法方面，凡牵涉到圆的一切问题，都要使用圆周率来推算。我国古代劳动人民在生产实践中求得的最早的圆周率值是"3"，这当然很不精密，但一直被沿用到西汉。后来，随着天文、数学等科学的发展，研究圆周率的人越来越多了。西汉末年的刘歆首先抛弃"3"这个不精确的圆周率值，他曾经采用过的圆周率是3.1547。东汉的张衡也算出圆周率为$\sqrt{10}=3.1622$。这些数值比起$\pi=3$当然有了很大的进步，但是还远远不够精密。到了三国末年，数学家刘徽创造了用割圆术来求圆周率的方法，圆周率的研究才获得了重大的进展。

用割圆术来求圆周率的方法，大致是这样：先作一个圆，再在圆内作一内接正六边形。假设这圆的直径是2，那末半径就等于1。内接正六边形的一边

一定等于半径，所以也等于1；它的周长就等于6。如果把内接正六边形的周长6当作圆的周长，用直径2去除，得到周长与直径的比 $\pi=\frac{6}{2}=3$，这就是古代 $\pi=3$ 的数值。但是这个数值是不正确的，我们可以清楚地看出内接正六边形的周长远远小于圆周的周长。

如果我们把内接正六边形的边数加倍，改为内接正十二边形，再用适当方法求出它的周长，那么我们就可以看出，这个周长比内接正六边形的周长更接近圆的周长，这个内接正十二边形的面积也更接近圆面积。从这里就可以得到这样一个结论：圆内所做的内接正多边形的边数越多，它各边相加的总长度（周长）和圆周周长之间的差额就越小。从理论上来讲，如果内接正多边形的边数增加到无限多时，那时正多边形的周界就会同圆周密切重合在一起，从此计算出来的内接无限正多边形的面积，也就和圆面积相等了。不过事实上，我们不可能把内接正多边形的边数增加到无限多，而使这无限正多边形的周界同圆周重合。只能有限度地增加内接正多边形的边数，使它的周界和圆周接近重合。所以用增加圆的内接正多边形边数的办法求圆周率，得数永远稍小于 π 的真实数值。刘徽就是根据这个道理，从圆内接正六边形开始，逐次加倍地增加边数，一直计算到内接正九十六边形为止，求得了圆周率是3.141024。把这个数化为分数，就是 $\frac{157}{50}$。

刘徽所求得的圆周率，后来被称为“徽率”。他这种计算方法，实际上已具备了近代数学中的极限概念。这是我国古代关于圆周率的研究的一个光辉成就。

祖冲之在推求圆周率方面又获得了超越前人的重大成就。根据《隋书，律历志》的记载，祖冲之把一丈化为一亿忽，以此为直径求圆周率。他计算的结果共得到两个数：一个是盈数（即过剩的近似值），为3.1415927；一个是朒数（即不足的近似值），为3.1415926。圆周率真值正好在盈朒两数之间。《隋书》只有这样简单的记载，没有具体说明他是用什么方法计算出来的。不过从当时的数学水平来看，除刘徽的割圆术外，还没有更好的方法。祖冲之很可能就是采用了这种方法。因为采用刘徽的方法，把圆的内接正多边形的边数增多到24576边时，便恰好可以得出祖冲之所求得的结果。

盈朒两数可以列成不等式，如：

3.1415926（朒）$<\pi$（真实的圆周率）<3.1415927（盈），这表明圆周率应在盈朒两数之间。按照当时计算都用分数的习惯，祖冲之还采用了两个分数值的圆周率。一个是 $\frac{355}{113}$（约等于3.1415927），这一个数比较精密，所以祖冲之称它为“密率”。另一个是 $\frac{22}{7}$（约等于3.14），这一个数比较粗疏，所以祖冲之称它为“约率”。在欧洲，直到1573年才由德国数学家渥脱求出了 $\frac{355}{113}$ 这个数值。因此，日本数学家三上义夫曾建议把 $\frac{355}{113}$ 这个圆周率数值称为“祖率”，来纪念这位中国的大数学家。

由于祖冲之所著的数学专著《缀术》已经失传，《隋书》又没有具体地

记载他求圆周率的方法，因此，我国研究祖国数学遗产的专家们，对于他求圆周率的方法还有不同的见解。

有人认为祖冲之圆周率中的“朒数”。是用作圆的内接正多边形的方法求得的；而“盈数”则是用作圆的外切正多边形的方法求得的。祖冲之如果继续用刘徽的办法，从圆的内接正六边形算起，逐次加倍边数，一直算到内接正24576边形时，它的各边长度总和只能逐次接近并较小于圆周的周长，这正多边形的面积也只能逐次接近并较小于圆面积，从此求出的圆周率为3.14159261，也只能小于圆周率的真实数值，这就是朒数。从祖冲之的数学水平看，突破刘徽的方法，从外切正六边形算起，逐次试求圆周率，也是可能的。如果祖冲之把外切正六边形的边数成倍增加，到正24576边形时，他所求得的圆周率应该是3.14159270208。这个数是用外切方法求得的。由于外切正多边形各边边长的总和永远大于圆周的长度，这正多边形的面积也永远大于圆面积，所以这个数总比真实的圆周率大。用四舍五入法舍去小数点七位以后的数字，就得出盈数。

祖冲之究竟是否同时用过内接和外切这两个方法求出圆周率的朒数和盈数，是没有确切史料可以证实的。但是采用这个办法所求出的朒、盈两个数值，和祖冲之原来所求出的结果大体是一致的。所以有些数学史家认为祖冲之曾用过作圆的外切正多边形的方法求得圆周率，是很近情理的推想。

但是根据另一些数学史家的研究，盈、朒两数也可以由计算圆内接正12288边形和正24576边形的边长而得出来。不过这种计算比较难懂，这里不说了。

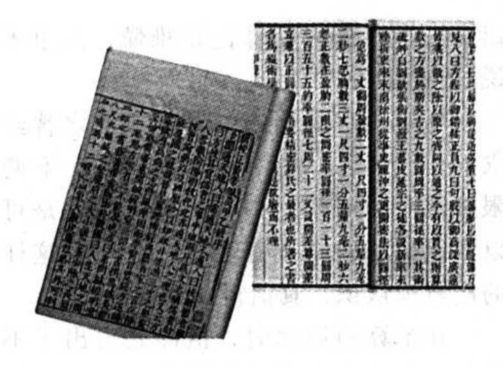
尽管说法有出入，但是祖冲之曾经求得“密率”，并且明确地用上、下两限来说明圆周率这个数值的范围，是可以肯定的。在一千五百年前，他有这样的成就和认识，真值得我们钦佩。

在推算圆周率时，祖冲之付出了不知多少辛勤的劳动。如果从正六边形算起，算到24576边时，就要把同一运算程序反复进行十二次，而且每一运算程序又包括加减乘除和开方等十多个步骤。我们现在用纸笔算盘来进行这样的计算，也是极其吃力的。当时祖冲之进行这样繁难的计算，只能用筹码（小竹棍）来逐步推演。如果头脑不是十分冷静精细，没有坚韧不拔的毅力，是绝对不会成功的。祖冲之顽强刻苦的研究精神，是很值得推崇的。

祖冲之死后，他的儿子祖暅继续父亲的研究，进一步发现了计算圆球体积的方法。

在我国古代数学著作《九章算术》中，曾列有计算圆球体积的公式，但很不精确。刘徽虽然曾经指出过它的错误，但究竟应当怎样计算，他也没有求得解决。经祖暅刻苦钻研，终于找到了正确的计算方法。他所推算出的计算圆球体积的公式是：圆球体积 $=\frac{\pi}{6}D^3$（D代表球体直径）。这个公式一直到今天还被人们采用着。

祖冲之还曾写过《缀术》五卷，是一部内容极为精彩的数学书，很受人们重视。唐朝的官办学校的算学科中规定：学员要学《缀术》四年；政府举行数学考试时，多从《缀术》中出题。后来这



《隋书·律历志》

部书曾经传到朝鲜和日本。可惜到了北宋中期，这部有价值的著作竟失传了。

机械制造和音乐、哲学方面的成就

指南车是一种用来指示方向的车子。车中装有机械，车上装有木人。车子开行之前，先把木人的手指向南方，不论车子怎样转弯，木人的手始终指向南方不变。这种车子结构已经失传，但是根据文献记载，可以知道它是利用齿轮互相带动的结构制成的。相传远古时代黄帝对蚩尤作战，曾经使用过指南车来辨别方向，但这不过是一种传说。根据历史文献记载，三国时代的发明家马钧曾经制造过这种指南车，可惜后来失传了。公元417年东晋大将刘裕（也就是后来宋朝的开国皇帝）进军至长安时，曾获得后秦统治者姚兴的一辆旧指南车，车子里面的机械已经散失，车子行走时，只能由人来转动木人的手，使它指向南方。后来齐高帝萧道成就令祖冲之仿制。祖冲之所制指南车的内部机件全是铜的。制成后，萧道成就派大臣王僧虔、刘休两人去试验，结果证明它的构造精巧，运转灵活，无论怎样转弯，木人的手常常指向南方。

当祖冲之制成指南车的时候，北朝有一个名叫索驭驎的来到南朝，自称也会制造指南车。于是萧道成也让他制成一辆，在皇宫里的乐游苑和祖冲之所制造的指南车比赛。结果祖冲之所制的指南车运转自如，索驭驎所制的却很不灵活。索驭驎只得认输，并把自己制的指南车毁掉了。祖冲之制造的指南车，我们虽然已无法看到原物，但是由这件事可以想象，它的构造一定是很精巧的。

祖冲之也制造了很有用的劳动工具。他看到劳动人民舂米、磨粉很费力，就创造了一种粮食加工工具，叫作水碓磨。古代劳动人民很早就发明了利用水力舂米的水碓和磨粉的水磨。西晋初年，杜预曾经加以改进，发明了“连机碓”和“水转连磨”。一个连机碓能带动好几个石杵一起一落地舂米；一个水转连磨能带动八个磨同时磨粉。祖冲之又在这个基础上进一步加以改进，把水碓和水磨结合起来，生产效率就更加提高了。这种加工工具，现在我国南方有些农村还在使用着。

祖冲之还设计制造过一种千里船。它可能是利用轮子激水前进的原理造成的，一天能行一百多里。

祖冲之还根据春秋时代文献的记载，制了一个“欹器”，送给齐武帝的第二个儿子萧子良。欹器是古人用来警诫自满的器具。器内没有水的时候，是侧向一边的。里面盛水以后，如果水量适中，它就竖立起来；如果水满了，它又会倒向一边，把水泼出去。这种器具，晋朝的学者杜预曾试制三次，都没有成功；祖冲之却仿制成功了。由此可见，祖冲之对各种机械都有深刻的研究。

祖冲之的成就不仅限于自然科学方面，他还精通乐理，对于音律很有研究。

此外，祖冲之又著有《易义》、《老子义》、《庄子义》、《释论语》等关于哲

学的书籍，都已经失传了。

祖冲之的儿子祖暅，也是一位杰出的数学家，他继承他父亲的研究，创立了球体体积的正确算法。在天文方面，他也能继承父业。他曾著《天文录》三十卷，《天文录经要诀》一卷，可惜这些书都失传了。他父亲制定的《大明历》，就是经他三次向梁朝政府建议，才被正式采用的。他还制造过记时用的漏壶，造得很准确，并且作过一部《漏刻经》。

祖冲之在天文、历法、数学以及机械制造等方面的辉煌成就，充分表现了我国古代科学的高度发展水平。

祖冲之所以能够取得这样辉煌的成就，并不是偶然的。首先，当时社会生产正在逐步发展，需要有一定的科学成就来配合前进，因而就推动了科学的进步，祖冲之就在这时候取得了天文、数学和器械制造等方面的成绩。其次，从上古到这时候，在千百年的长时期中，已积累了不少科学成果，祖冲之就在前人创造的基础上做出了他的成绩。至于祖冲之个人的认真学习，刻苦钻研，不迷信古人，不畏惧守旧势力，不怕斗争，不避艰难，自然也都是取得杰出成就的重要原因。

祖冲之不仅是我国历史上杰出的科学家，而且在世界科学发展史上也有崇高的地位。祖冲之创造“密率”，是世界闻名的。我们应该纪念像祖冲之这样的科学家，珍视他们的宝贵遗产。

【孙思邈】

可贵的品质和对医学的革新

孙思邈是隋唐时代的一个有名的医生，京兆华原（今陕西耀县孙家塬）人，生于公元581年（隋文帝开皇元年），死于公元682年（唐高宗永淳元年）。他比扁鹊要迟一千多年，比华佗要迟四五百年，但他的品质、钻研学问的精神、对待病人的态度，与扁鹊和华佗都有相同的地方。



孙思邈

孙思邈自幼用功读书，据说二十岁的时候便精通诸子百家的学说，很有学问，因此，后来有许多著名的人，如宋令文、孟诜、卢照邻等，都来拜他做老师。隋文帝也曾经要他去做国子博士，他托病推辞了。后来唐太宗和唐高宗又曾召他到京师，给他官做，他也没有接受。他专心致力于医学的钻研，替人们解除疾病的痛苦。

关于学医，孙思邈说过：有些人，仅仅读了三年医书，就骄傲起来，以为自己有治好一切疾病的本领，等到治了三年病以后，才知道自己懂得的实在太少。因此，必须孜孜不倦地学习，还要弄清楚医学的源流，绝对不能道听途说，否则就是自己害自己。孙思邈为了学好

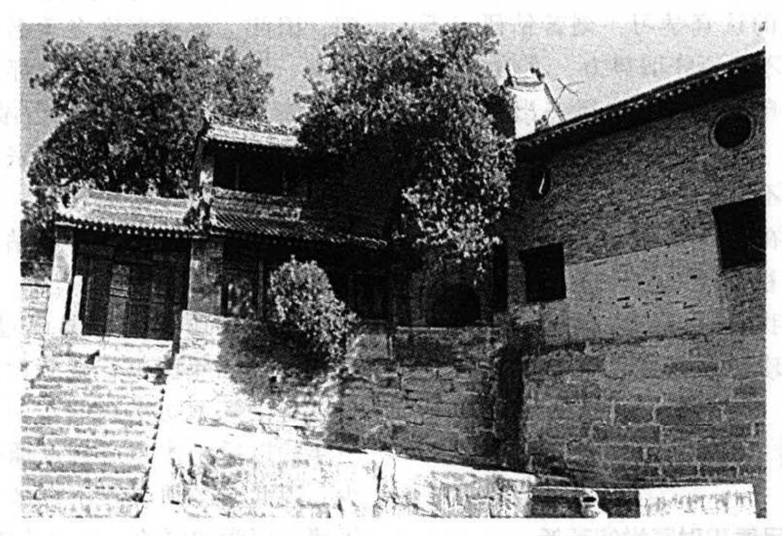
医学，除了非常认真的研究古代经典医学著作、学习前代医学家的经验以外，还到处采集民间的单方，加以实验和总结。

孙思邈也接受并且发扬了我国古代医生行医的优良道德传统。他说：一个好医生，给人治病，一定要拿出全付精神，丝毫不能夹杂有贪求财物的念头。对于病人要有深切的同情和非常爱护的精神。医生的志愿就是为病人解除痛苦。不论贫富贵贱，也不论是否亲友，都要一律对待，把病人看作和自己的父母兄弟一样。遇到危险的病症，尤其不能考虑到自己的利害得失而踌躇不前。被请出门去替人治病的时候，不论山路怎样难走，不论深夜还是大寒大热的天气，都要立刻就去。这就是孙思邈一生对待病人的可贵态度。

孙思邈治疗过很多麻疯病人。麻疯病是一种很难治好的慢性传染病，他为了找到治疗这种病的方法，不怕传染，亲自看护病人，把各个病人的病状和在医疗过程中的情况，详细记录下来。

孙思邈留下了两部重要著作——《千金要方》和《千金翼方》。从这两部有名的医学著作里，可以看出：他既有实事求是的科学精神，又有卓越的创造才能。

关于孙思邈的这两部书，宋代的林亿曾经说：这两部书，上自有文字起，下至隋朝止，无论医学的理论和方剂，没有不被采纳的，而且增加了许多新的内容。清代著名医学家徐大椿也说：张仲景的学说到唐代发生了一个大变化。张仲景治病、论病的道理完全根据《内经》，所用的药方，都是古代圣人相传的药方，并非自己创造；有时加减，也都有根据，用药的分量也有一定的标准。所用的药物都根据《神农本草经》，没有一味是假借的。但是，《千金方》则并不如此，孙思邈论病的道理，不但根据《内经》，而且也根据《内经》以后的医学家的学说，应用的方剂，除了古方以外，还应用后来的方法。所用的药品，也并不完全根据《神农本草经》，而同时采取杂方和单方中常用而有效的



药王山

药品；所以一种病有几种治疗方法，也有用一个方法可以治疗几种病的。这是医学上的一个大变革。他能够自成一家，功绩是不可磨灭的。

由此可见，孙思邈是我国医学史上一个富于创造性的医学家。

杰出的营养病学家和药物学家

孙思邈在医药卫生上的重大贡献，首先是在营养病学和药物学方面。

山区的人很容易患大脖子病。现代医学告诉我们，这是甲状腺肿大，致病的原因是山区人的食物中缺乏碘质。孙思邈在当时虽然不知道什么叫做碘质，但他已经知道这种病是由于久居山区而引起的，并且用昆布（海带）、海藻、鹿靥、羊靥（即鹿和羊的甲状腺）等含碘质丰富的东西，来治疗这种病。

人如果缺乏维生素甲要患夜盲症，缺乏维生素乙会引起脚气病，但这是近几十年才知道的事。欧洲人第一次论述脚气病是在公元1642年；而孙思邈早在公元七世纪的时候，由于他善于总结人民群众的经验，并且根据自己长期的临床实践，就创造性地提出了医治夜盲症和脚气病的有效方法。他说：牛肝明目，肝补肝，明目。他用动物的肝脏给患夜盲症的人当药服用，而动物的肝脏正是含有大量维生素甲的。对于脚气病，孙思邈则用杏仁、防风、吴茱萸、蜀椒等含维生素乙很多的药品来医治。他并且说，用谷皮煮汤和粥吃，可以防止脚气病，而谷皮也是含有多量维生素乙的东西。

除了治疗营养缺乏病的药物以外，孙思邈对一般药物，也很注意研究。例如他用白头翁、苦参子、黄连治疗痢疾，用常山、蜀漆治疗疟疾，用槟榔治绦虫，用朱砂、雄黄来消毒，都有很好的效果。他的著作中，列举了六百多种药材，其中有二百多种，都详细地说明了什么时候可以采集花、茎、叶，什么时候适宜于采集根和果。要不是他花费了艰巨劳动和苦心研究，是不可能得到这样大的成绩的。

重视妇婴和预防、保健

孙思邈特别注意妇女和小孩疾病的医治。他在自己的著作中说：没有小孩就没有大人，如何把小孩抚育好，是很重要的问题；我的书首先讲妇女和小孩的疾病，然后再讲成年和老年的疾病。孙思邈特别指出，妇女的病和男子的病不同，小孩子的病和成年人的病不同，要大家特别加以注意。孙思邈并且主张小儿病和妇女病都应该另立一科。后来妇科、小儿科医学理论和医疗技术的发展，证明孙思邈这一主张的正确。

孙思邈说，孕妇不能受惊，临产的时候精神要安静，不能紧张，接生的人和家里的人都不能惊慌，或者流露出忧愁或不愉快的情绪。他认为这些都容易引起难产或产妇的其他病症。他指出，婴儿生下来以后，要立刻擦去小嘴里的污物，以免窒息或者吃下去引起疾病。婴儿生下来如果不哭，就要用葱白轻轻敲打，或者对小嘴吹气，或者用温水给他沐浴，一直到婴儿能哭出声来为止。这一切都是合乎科学的。

关于抚育小孩，孙思邈主张衣服要软，但不能太厚、太暖。要把小孩时常抱到室外去晒晒太阳，呼吸新鲜空气，否则小儿会像长在阴暗地方的花草，身体一定软弱。小孩吃东西也不能过饱。孙思邈还对选择乳母的条件，哺乳的时间、次数和分量，以及其他种种护理方

法，作了说明。孙思邈这些见解，到今天都还有一定的实践意义。

此外，孙思邈书中对于如何处理难产，如何治疗产前产后的并发症，也有详细的说明。他对于胎儿和小儿的发育程序的记载，也是很正确的。孙思邈在医学上的贡献，除了上述的一些以外，在针灸方面，他绘制了《明堂针灸图》，对针灸的孔穴加以统一。他并且强调针药应该并用。他说：针而不灸和灸而不针，不是好医生；针灸而不药，或药而不针灸，也不是好医生，针药并用，才是良医。这种用综合治疗方法来提高医疗效果的思想，扁鹊和华佗都很重视，孙思邈则特别加以提倡。这种思想，今天已得到了很大的发展。

孙思邈还曾经用疯犬的脑浆来治疯犬病。这就是所谓“以毒攻毒”，也就是用毒物和病菌来增强人的抗病力量以战胜疾病的方法。这与后来用种牛痘来预防天花，接种卡介苗防止肺结核，以及用其他种种疫苗来预防疫病，是同一个道理。

讲求卫生、预防疾病，也在孙思邈的医学思想上占着重要的地位。在《千金方》里，孙思邈就曾经介绍用苍术、白芷、丹砂等来消毒的方法，以防止疾病的传染。他也告诫人们不要随地吐痰，以重公共卫生。而特别注意于节劳和饮食。孙思邈说：人一定要劳动，但不要过分疲劳。又说：吃东西要嚼烂、缓咽，不要吃得过饱，饮酒不能过量，肉要煮烂再吃。孙思邈还劝大家饭后漱口，睡眠时不要张着口，不要把头蒙在被子里睡，不要在炉边或露天睡眠等等。孙思邈后来活到一百零一岁，这同他注意卫生有很大的关系。

人民对孙思邈的崇敬

孙思邈也与扁鹊和华佗一样，受到人民的崇敬和深切的怀念。因为他是一个杰出的药物学家，后人尊称他为“药王”，而且把他曾经隐居过的五台山称做“药王山”。在他的故乡建有纪念孙思邈的祠堂，祠里有孙思邈和他父母的塑像。药王山上也建有药王庙，庙里有相传是唐朝人拜孙思邈的“拜真台”和孙思邈隐居的石室——太玄洞，洞里还有他的塑像。太玄洞旁边的一个亭子，还有八块“千金宝要碑”，刻着《千金方》的一部分药方，那是宋朝时候刊立的。

【郭守敬】

勤奋学习的少年

我国元朝大科学家郭守敬生于 1231 年（元太宗三年、金哀宗正大八年），家乡在今河北省邢台县。

邢台地方本来属宋朝，1128 年（宋高宗建炎二年）被金朝夺去，到 1220 年（金宣宗兴定四年）又为后来建立元朝的蒙古贵族占领。所以郭守敬是在元朝统治时期出生的。后来元朝在 1234 年灭金，到 1279 年又灭了宋，统一中国，郭守敬也逐渐成长为一位杰出的科学家。

早些时候，金朝北边的蒙古人还过着游牧的生活，处在奴隶社会阶段。那时他们在金朝北方一带骚扰，进行的战争具有极大的掠夺性和破坏性。当地的农田水利遭到了严重的破坏，人口大量减少，生产急剧下降。这种状况对于元朝的建立统治是十分不利的。以元世祖为首的蒙古统治集团觉察了这一点，于是在华北地区封建势力代表人物的支持

下，逐步进行了一些改革，改变了一些野蛮的杀掠方式，实行了一些鼓励农桑增产的措施。因此，在元世祖的时代，华北一带的农业生产才逐渐恢复起来。农业生产必须适应天时，农田排灌需要水利建设，于是对天文历法和水利工程的研究，就成为迫切的要求。同时，国家统一了，中外交通范围比前扩大了，更给科学技术的发展提供了新的因素。因此，元朝的天文学和水利学，在金、宋两朝的基础上，有了进一步的发展。郭守敬正是在这个时期，在这两门科学方面作出了许多贡献。

郭守敬父亲的名字，从现有的历史记载中已查不出来。他的祖父倒还留下名字，叫郭荣。郭荣是金元之际一位颇有名望的学者。他精通五经，熟知天文、算学，擅长水利技术。郭守敬就是在他祖父的教养下成长起来的。

老祖父一面教郭守敬读书，一面也领着他去观察自然现象，体验实际生活。郭守敬自小就喜欢自己动手制作各种器具。有人说他是“生来就有奇特的秉性，从小不贪玩耍”。其实，由于他把心思用到制作器具上，所以就不想玩耍了。

郭守敬在十五六岁的时候就显露出了科学才能。那时他得到了一幅“莲花漏图”。他对图样作了精细的研究，居然摸清了制作方法。

莲花漏是一种计时器，是北宋科学家燕肃在古代漏壶的基础上改进创制的。这器具由好几个部分配制而成。上面有几个漏水的水壶。这几个水壶的水面高度配置得经常不变。水面高度不变，往下漏水的速度也就保持均匀。水流速度保持均匀了，那就在一定时间内漏下的水量一定不变，不会忽多忽少。这样，就可以从漏下的水量指示出时间来了。燕肃留下的莲花漏图，就画着这样的一整套器具。

配制这套器具的原理不很浅显。燕肃所画的图，构造也不很简单。仅仅依据一幅图就想掌握莲花漏的制造方法和原理，对一般成年学者来说也还不是一件容易的事情。年纪才十几岁的郭守敬却居然把它弄得一清二楚，这就足以证明郭守敬确是一个能够刻苦钻研的少年。

在邢台县的北郊，有一座石桥。金元战争的时候，这座桥被破坏了，桥身陷在泥淖里。日子一久，竟没有人说得清它的所在了。郭守敬查勘了河道上下游的地形，对旧桥基就有了一个估计。根据他的指点，居然一下子就挖出了这久被埋没的桥基。这件事引起了很多人的惊讶。石桥修复后，当时一位有名的文学家元好问还特意为此写过一篇碑文。这时候，年青的郭守敬已经能对地理现象作颇为细致的观察了。那一年，他刚刚二十岁。

郭荣为了让他孙儿开阔眼界，得到深造，曾把郭守敬送到自己的同乡老友



郭守敬

刘秉忠门下去学习。刘秉忠精通经学和天文学。当时他为父亲守丧，在乡读书。郭守敬在他那儿得到了很大的教益。更重要的是，郭守敬在他那儿结识了一位好朋友王恂。王恂比郭守敬小四五岁，后来也是一位杰出的数学家和天文学家。这一对好朋友后来在天文历法工作中亲密合作，做出了卓越的贡献。

修水利初显才能

郭守敬在刘秉忠门下学习的时间不长。1251 年，刘秉忠被元世祖忽必烈召进京城去了。刘秉忠离开邢台之后，郭守敬的行踪如何，史书上没有明白的记载。只知道后来刘秉忠把他介绍给了自己的老同学张文谦。1260 年，张文谦到大名路（今河北省大名县一带）等地作宣抚司（管理地方行政的官署）的长官，郭守敬也跟着他一起去了。在那儿，他把少年时代试作过的莲花漏铸了一套正规的铜器，留给地方上使用。后来，元朝政府里的天文台也采用了这种器具。

郭守敬跟着张文谦到各处勘测地形，筹划水利方案，并帮助做些实际工作。几年之间，郭守敬的科学知识和技术经验更丰富了。张文谦看到郭守敬已经渐趋成熟，就在 1262 年，把他推荐给元世祖忽必烈，说他熟悉水利，聪明过人。元世祖就在当时新建的京城上都（今内蒙古多伦附近）召见了郭守敬。

郭守敬初见元世祖，就当面提出了六条水利建议。第一条建议修复从当时的中都（今北京）到通州（今通县）的漕运河道；第二第三条是关于他自己家乡地方城市用水和灌溉渠道的建议；第四条是关于磁州（今河北磁县）、邯郸一带的水利建设的意见；第五第六条是关于中原地带（今河南省境内）沁河河水的合理利用和黄河北岸渠道建设的建议。这六条都是经过仔细查勘后提出来的切实的计划，对于经由路线、受益面积等项都说得清清楚楚。元世祖认为郭守敬的建议很有道理，当下就任命他为提举诸路河渠，掌管各地河渠的整修和管理等工作，下一年又升他为银符副河渠使。

1264 年（元世祖至元元年）张文谦被派往西夏（今甘肃、宁夏及内蒙古西部一带）去巡察。那里沿着黄河两岸早已修筑了不少水渠。宁夏地方（今银川一带）的汉延、唐来两渠都是长达几百里的古渠，分渠纵横，灌溉田地的面积很大，是西北重要的农业基地之一。当年成吉思汗征服西夏的时候，不知道保护农业生产，兵马到达的地方，水闸水坝都被毁坏，渠道都被填塞。这种情况，张文谦当然是知道的。他巡察西夏，一方面要整顿地方行政，另一方面也想重兴水利，恢复农业生产。所以他带了擅长水利的郭守敬同行。

郭守敬到了那里，立即着手整顿。有的地方疏通旧渠，有的地方开辟新渠，又重新修建起许多水闸、水坝。当地人民久旱望水，对这样具有切身利害关系的大事自然尽力支持。由于大家动手，这些工程竟然在几个月之内就完工了。开闸的那一天，人们望着那滚滚长流的渠水，心里是多么喜悦啊。

修完了渠，郭守敬就离开了西夏。在还京之前，他曾经逆流而上，探寻黄河的发源地。以往史书上虽也有些河源探险的记载，但都是些将军、使臣们路过这个地区，顺便查探，写下的一些记述，并不是特意进行的科学考察结果。有些记载只是从传闻得来，还不免失实。

以科学考察为目的，专程来探求黄河真源的，要推郭守敬是第一个人。很可惜，郭守敬探查河源的结果没有记载流传下来。后来到了1280年，又有一位探险家都实奉元世祖之命专程前去考察河源。这次探索的经过记录在一部《河源记》的专著里，其中有着不少有价值的结果。毫无疑问，作为先驱的郭守敬的考察对于都实是有相当影响的。

1265年，郭守敬回到了上都。同年被任命为都水少监，协助都水监掌管河渠、堤防、桥梁、闸坝等的修治工程。1271年升任都水监。1276年都水监并人工部，他被任为工部郎中。

巧制仪器观天文

我国是天文学发达很早的国家之一。西汉以后，国家天文台的设备和组织已经达到相当完善的地步。它的主要任务之一是编制历法。我国古代的历法，内容是十分广泛的。它包括日月运动及其位置的推算、逐年日历的编制、五大行星的位置预报、日食月食的预推等等。历法关系到生产、生活甚至政治活动等很多方面。因此，历来对这项工作都是相当重视的。一种历法用久了，误差就会逐渐显著，因而需要重新修改。跟着每次重大的历法修改，总带来一些创造革新的进步，象基本天文数据的精密化、天文学理论的新成就或计算方法上的新发明等等。历法的发展可说是中国天文学发展史中的一条主线。

元朝初年沿用当年金朝的“重修大明历”。这个历法是1180年（金世宗大定二十年）修正颁行的。几十年以来，误差积累日渐显著，发生过好几次预推与实际天象不符的事。再一次重新修改是迫切需要的事了。



仰仪

1276年（至元十三年），元军攻下了南宋首都临安（今浙江杭州），全国统一已成定局。就在这一年，元世祖迁都到大都，并且采纳已死大臣刘秉忠的建议，决定改订旧历，颁行元王朝自己的历法。于是，元政府下令在新的京城里组织历局，调动了全国各地的天文学者，另修新历。

这件工作名义上以张文谦为首脑，但实际负责历局事务和具体编算工作的是精通天文、数学的王恂。

当时，王恂就想到了老同学郭守敬。虽然郭守敬担任的官职一直是在水利部门，但他的长于制器和通晓天文，是王恂很早就知道的。因此，郭守敬就由王恂的推荐，参加修历，奉命制造仪器，进行实际观测。从此，在郭守敬的科学活动史上又揭开了新的一章，他在天文学领域里发挥了高度的才能。

郭守敬首先检查了大都城里天文台的仪器装备。这些仪器都是金朝的遗物。其中浑仪还是北宋时代的东西，是当年金兵攻破北宋的京城汴京（今河南开封）以后，从那里搬运到燕京来的。当初，大概一共搬来了三架浑仪。因为汴

京的纬度和燕京相差约四度多，不能直接使用。金朝的天文官曾经改装了其中的一架。这架改装的仪器在元初也已经毁坏了。郭守敬就把余下的另一架加以改造，暂时使用。另外，天文台所用的圭表也因年深日久而变得歪斜不正。郭守敬立即着手修理，把它扶置到准确的位置。

这些仪器终究是太古老了，虽经修整，但在天文观测必须日益精密的要求面前，仍然显得不相适应。郭守敬不得不创制一套更精密的仪器，为改历工作奠定坚实的技术基础。

古代在历法制定工作中所要求的天文观测，主要是两类。一类是测定二十四节气，特别是冬至和夏至的确切时刻；用的仪器是圭表。一类是测定天体在天球上的位置，应用的主要工具是浑仪。

圭表中的“表”是一根垂直立在地面的标竿或石柱；“圭”是从表的跟脚上以水平位置伸向北方的一条石板。每当太阳转到正南方向的时候，表影就落在圭面上。量出表影的长度，就可以推算出冬至、夏至等各节气的时刻。表影最长的时候，冬至到了；表影最短的时候，夏至来临了。它是我国创制最古老、使用最熟悉的一种天文仪器。

这种仪器看起来极简单，用起来却会遇到几个重大的困难。

首先是表影边缘并不清晰。阴影越靠近边缘越淡，到底什么地方才是影子的尽头，这条界线很难划分清楚。影子的边界不清，影长就量不准确。

使用圭表时的第二个难题就是测量影长的技术不够精密。古代量长度的尺一般只能量到分，往下可以估计到厘，即十分之一分。按照千年来的传统方法，测定冬至时表影的长，如果量错一分，就足以使按比例推算出来的冬至时刻有一个或半个时辰的出入。这是很大的误差。

还有，旧圭表只能观测日影。星、月的光弱，旧圭表就不能观测星影和月影。

对这些困难问题，唐、宋以来的科学家们已经做过很多努力，始终没有很好地解决。现在，这些困难又照样出现在郭守敬的面前了。怎么办呢？郭守敬首先分析了造成误差的原因，然后针对各个原因，找出克服困难的办法。

首先，他想法把圭表的表竿加高到五倍，因而观测时的表影也加长到五倍。表影加长了，按比例推算各个节气时刻的误差就可以大大减少。

其次，他创造了一个叫做“景符”的仪器，使照在圭表上的日光通过一个小孔，再射到圭面，那阴影的边缘就很清楚，可以量取准确的影长。

再其次，他还创造了一个叫做“窥几”的仪器，使圭表在星和月的光照下也可以进行观测。

另外，他还改进量取长度的技术，使原来只能直接量到“分”位的提高到能够直接量到“厘”位，原来只能估计到“厘”位的提高到能够估计到“毫”位。

郭守敬对圭表进行了这一系列的改进，解决了一系列的困难问题，他的观测工作自然就能比前人做得更好。

郭守敬的圭表改进工作大概完成于1277年夏天。这年冬天已经开始用它来测日影。因为观测的急需，最初的高表柱是木制的，后来才改用金属铸成。可惜这座表早已毁灭，我们现在无法看到

了。幸而现在河南省登封县还保存着一座砖石结构的观星台，其中主要部分就是郭守敬造的圭表。这圭表与大都的圭表又略有不同，它因地制宜，就利用这座高台的一边作为表，台下用三十六块巨石铺成一条长十余丈的圭面。当地人民给这圭表起了一个很豪迈的名称，叫“量天尺”。

圭表的改进只是郭守敬开始天文工作的第一步，以后他还有更多的创造发明呢！现在就来谈谈他对浑仪的改进。

浑仪至迟在公元前第二世纪就已由我国天文家发明了，唐、宋以来历代都有发展。它的结构完全仿照着当时在人们心目中反映出来的那个不断转动着的天体圆球。在这圆球里是许多一重套着一重的圆环。这些圆环有的可以转动，也有不能旋转的。在这些重重叠叠的圆环中间夹着一根细长的管子，叫做窥管。把这根细管瞄准某个星球，从那些圆环上就可以推定这个星球在天空中的位置。因为这个仪器的外形象一个浑圆的球，所以称为浑仪。它是我国古代天文仪器中一件十分杰出的创作。在欧洲，要到十六世纪左右，才有与我国北宋浑仪同样精细的仪器。

但是，这种浑仪的结构也有很大的缺点。一个球的空间是很有限的，在这里面大大小小安装了七八个环，一环套一环，重重掩蔽，把许多天空区域都遮住了，这就缩小了仪器的观测范围。这是第一个大缺点。另外，有好几个环上都有各自的刻度，读数系统非常复杂，观测者在使用时也有许多不方便。这是第二个大缺点。郭守敬就针对这些缺点作了很大的改进。

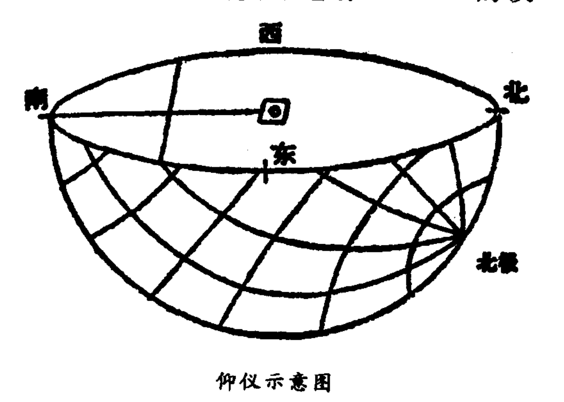
郭守敬改进浑仪的主要想法是简化结构。他准备把这些重重套装的圆环省去一些，以免互相掩蔽，阻碍观测。那时候，数学中已发明了球面三角法的计算，有些星体运行位置的度数可以从数学计算求得，不必要在这浑仪中装上圆环来直接观测。这样，就使得郭守敬在浑仪中省去一些圆环的想法有实现的可能。

郭守敬只保留了浑仪中最主要最必需的两个圆环系统；并且把其中的一组圆环系统分出来，改成另一个独立的仪器；把其他系统的圆环完全取消。这样就根本改变了浑仪的结构。再把原来罩在外面作为固定支架用的那些圆环全都撤除，用一对弯拱形的柱子和另外四条柱子承托着留在这个仪器上的一套主要圆环系统。这样，圆环就四面凌空，一无遮拦了。这种结构，比起原来的浑仪来，真是又实用，又简单，所以取名“简仪”。简仪的这种结构，同现代称为“天图式望远镜”的构造基本上是一致的。在欧洲，像这种结构的测天仪器，要到十八世纪以后才开始从英国流传开来。

郭守敬简仪的刻度分划也空前精细。以往的仪器一般只能读到一度的1/4，这简仪却可读到一度的1/36，精密度一下子提高了很多。这架仪器一直到清初还保存着，可惜后来被在清朝钦天监（掌管天文历法的官署）中任职的一个法国传教士纪理安拿去当废铜销毁了。现在只留下一架明朝正统年间（1436—1449年）的仿制品，保存在南京紫金山天文台。

郭守敬用这架简仪作了许多精密的观测，其中的两项观测对新历的编算具有重大的意义。

一项是黄道和赤道的交角的测定。赤道是指天球的赤道。地球悬空在天球之内，设想地球赤道面向周围伸展出去，和天球边缘相割，割成一个大圆圈，这圆圈就是天球赤道。黄道就是地球绕太阳作公转的轨道平面延伸出去，和天球相交所得的大圆。天球上黄道和赤道的交角，就是地球赤道面和地球公转轨道面的交角。这是一个天文学基本常数。这个数值从汉朝以来一直认定是二十四度，一千多年来始终没有人怀疑过。实际上这个交角年年在不断缩减，只是每年缩减的数值很小，只有半秒，短期间不觉得。可是变化虽小，积累了一千多年也就会显出影响来的。黄、赤道交角数值的精确与否，对其他计算结果的准确与否很有关系。因此，郭守敬首先对这沿用了千年的数据进行检查。果然，经他实际测定，当时的黄、赤道交角只有二十三度九十分。这个是用古代角度制算出的数目。古代把整个圆周分成365又1/4度，1度分作100分，用这样的记法来记这个角度就是23度90分。换成现代通用的360°制，那就是23°33′23″.3。根据现代天文学理论推算，当时的这个交角实际应该是23°31′58″.0。郭守敬测量的角度实际还有1′25″.3的误差。不过这样的观测，在郭守敬当年的时代来讲，那已是难能可贵的了。



仰仪示意图

另一项观测就是二十八宿距度的测定。我国古代在测量二十八宿各个星座的距离时，常在各宿中指定某个星为标志，这个星称为“距星”。因为要用距星作标志，所以距星本身的位置一定要定得很精确。从这一宿距星到下一宿距星之间的相距度数叫“距度”。这距度可以决定这两个距星之间的相对位置。二十八宿的距度，从汉朝到北宋，一共进行过五次测定。它们的精确度是逐次提高的。最后一次在宋徽宗崇宁年间（1102—1106）进行的观测中，这二十八个距度数值的误差平均为0°.15，也就是9′。到郭守敬时，经他测定的数据，误差数值的平均只有4′.5，比崇宁年间的那一次降低了一半。这也是一个很难得的成绩。

在编订新历时，郭守敬提供了不少精确的数据，这确是新历得以成功的一个重要原因。

在改历过程中，郭守敬创造了近二十种仪器和工具。我们再介绍一件郭守敬独创的仪器，来看看他的技术成就。

这件仪器是一个铜制的中空的半球面，形状像一口仰天放着的锅，名叫“仰仪”。半球的口上刻着东西南北的方向，半球面上刻着与观测地纬度相应的纵横线格网。半球口上用一纵一横的两根竿子架着一块小板，板上开一个小孔，孔的位置正好在半球面的球心上。太阳光通过小孔，在球面上投下一个圆形的象，映照在所刻的线格网上，立刻可读出太阳在天球上的位置。人们可以避免用眼睛逼视那光度极强的太阳本身，就看明白太阳的位置，这是很巧妙的。更

妙的是，在发生日食时，仰仪面上的日象也相应地发生亏缺现象。这样，从仰仪上可以直接观测出日食的方向，亏缺部分的多少，以及发生各种食象的时刻等等。虽然伊斯兰天文家在公元十一世纪时就已经利用日光通过小孔成象的现象来观测日食，但他们只是利用一块有洞的板子来观测日面的亏缺，帮助测定各种食象的时刻罢了，还没有象仰仪这样可以直接读出数据的仪器。

王恂、郭守敬等同一位尼泊尔的建筑师阿你哥合作，在大都兴建了一座新的天文台，台上就安置着郭守敬所创制的那些天文仪器。它是当时世界上设备最完善的天文台之一。

由于郭守敬的建议，元世祖派了十四位天文家，到当时国内二十六个地点（大都不算在内），进行几项重要的天文观测。在其中的六个地点，特别测定了夏至日的表影长度和昼、夜的时间长度。这些观测的结果，都为编制全国适用的历法提供了科学的数据。这一次天文观测的规模之大，在世界天文学史上也是少见的。

经过王恂、郭守敬等人的集体努力，到1280年（元世祖至元十七年）春天，一部新的历法宣告完成。按照“敬授民时”的古语，取名“授时历”。同年冬天，正式颁发了根据《授时历》推算出来的下一年的日历。

很不幸，《授时历》颁行不久，王恂就病逝了。那时候，有关这部新历的许多算草、数表等都还是一堆草稿，不曾整理。几个主要的参加编历工作的人，退休的退休，死的死了，于是最后的整理定稿工作全部落到郭守敬的肩上。他又花了两年多的时间，把数据、算表等整理清楚，写出定稿。其中的一部分就是《元史·历志》中的《授时历经》。

在《授时历》里，有许多革新创造的成绩。第一，废除了过去许多不合理、不必要的计算方法，例如避免用很复杂的分数来表示一个天文数据的尾数部分，改用十进小数等。第二，创立了几种新的算法，例如三差内插公式及合于球面三角法的计算公式等。第三，总结了前人的成果，使用了一些较进步的数据，例如采用南宋杨忠辅所定的回归年，以一年为365.2425日，与现行公历的平均一年时间长度完全一致。《授时历》是1281年颁行的；现行公历却是到1576年才由意大利人利里奥提出来。《授时历》确是我国古代一部很进步的历法。郭守敬把这部历法最后写成定稿，流传到后世，把许多先进的科学成就传授给后人，这件工作，就称得起是郭守敬的一个大功。

王恂去世不久，郭守敬升为太史令。在以后的几年间，他又继续进行天文观测，并且陆续地把自己制造天文仪器、观测天象的经验和结果等极宝贵的知识编写成书。他写的天文学著作共有百余卷之多。然而封建帝王元世祖虽然支持了改历的工作，却并不愿让真正的科学知识流传到民间去，把郭守敬的天文著作统统锁在深宫秘府之中。那些宝贵的科学遗产几乎全都被埋没了，这是多么令人痛惜的事！

让船舶驶入大都城

从八百多年前的金朝起，北京就成了国家的首都。元朝时候，它称为大都，更成为当时全国政治经济中心的大城市。

大都城内每年消费的粮食达几百万斤。这些粮食绝大部分是从南方产粮地

区征运来的。为了便于运输，从金朝起，在华北平原上利用天然水道和隋唐以来修建的运河建立了一个运输系统。但由于自然条件的关系，它的终点不是北京，而是京东的通州，离开京城还有几十里路。这段几十里的路程只有陆路可通。陆路运输要占用大量的车、马、役夫；一到雨季，泥泞难走，沿路要倒毙许多牲口，粮车往往陷在泥中，夫役们苦不堪言。因此在金朝时候，统治者就力图开凿一条从通州直达京城的运河，以解决运粮问题。

通州的地势比大都低，因此要开运河，只能从大都引水流往通州。这样，就非在大都城周围找水源不可。大都城郊最近的天然水道有两条：一条是发源于西北郊外的高梁河，另一条是水源从西南而来的凉水河。然而这两条河偏偏都水量很小，难以满足运河的水源需要。大都城往北几十里，有清河和沙河，水量倒是较大，却因地形关系，都自然地流向东南，成为经过通州的温榆河的上源。水量最大的还数大都城西几十里的浑河（今永定河）。金朝时候，曾从京西石景山北面的西麻峪村开了一条运河，把浑河河水引出西山，过燕京城下向东直注入通州城东的白河。但这条运河容纳了浑河水中携带来的大量泥沙，容易淤积。到夏、秋洪水季节，水势极其汹涌，运河极易泛滥。这样，运河对于京城反是一个威胁。开凿之后只过了十五年，就因山洪决堤，不得已又把运河的上游填塞了。这是一次失败的经验。

然而，陆运耗费的巨大，始终在促使着人们去寻求一条合适的水道。这个任务，到郭守敬的时候才得到完成。

郭守敬的开河事业也不是一开始就顺利进行的。他也经过了多次的失败，最后才找到了正确解决的办法。

金朝开挖的那条运河，正流经大都城城墙的南面。利用这条被废弃的运河，当然是最经济最简捷的办法。至少，大都城以东的那一段是完全可以利用的。因此，摆在郭守敬面前的问题就是如何解决这段运河的水源。

郭守敬提出的第一个方案就是他在1262年初见元世祖时所提出来的六条水利建议中的第一条。

在大都城的西北，有座玉泉山。玉泉山下迸涌出一股清泉。这股清泉流向东去，并分成南北两支。南面的一支流入瓮山（今万寿山）以南的瓮山泊（今昆明湖的前身）。又从瓮山泊东流，绕过瓮山，与北面的一支会合，再向东流，成为清河的上源。郭守敬的计划是使进入瓮山泊的这支泉水不再向东，劈开它南面高地的障碍而引它向南，注入高梁河。高梁河的下游原已被金人拦入运河。这样，运河的水量就得到了补充。

当时，元世祖接受郭守敬的建议，下令实施这个计划。但是结果并不合于理想。因为引来增加水源的究竟只有一泉之水，流量有限，对于数额巨大的航运量仍难胜任。事实上，引来的泉水只够用来增加大都城内湖池川流的水量，对于恢复航运没有多大帮助。这又是一次失败的经验。

郭守敬仔细研究了这次失败的原因。显然，关键问题还是在于水量不足。他想：京郊河流中水量最大的是那条浑河，为什么不利用浑河的河水呢？三年以后，就在他从西夏回来以后的那一年，他提出了开辟水源的第二个方案。他认为可以利用金人过去开的河道，只要在运河

上段开一道分水河，引回浑河中去；当浑河河水暴涨而危及运河时，就开放分水河闸口，以减少进入运河下游的水量，解除对京城的威胁。这算得是个一时有效的办法。所以说“一时有效”，那是因为这里还有个泥沙淤积问题，日子一久还是要出岔子的。看来，郭守敬也考虑到了这一点，所以他并没有在运河上建立闸坝，因为闸坝会阻碍泥沙的冲走。但是接着又发生了一个他所估计不足的问题。原来从大都到通州这段运河的河道，虽不如大都以上一段那样陡峻，但那坡度却仍然是相当大的。河道坡度大，水流就很急，没有水闸的控制，巨大的粮船自然无法逆流而上。结果，这条运河在1276年开成以后，只能对两岸的农田灌溉以及从西山砍取木材的顺流下送，起相当的作用；至于对大都运粮，还是无济于事。

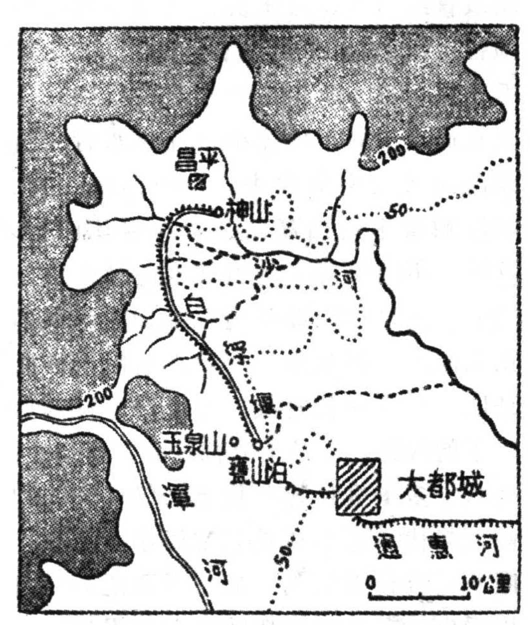
两次工程都没有达到预期的效果。郭守敬并没有灰心，却更深入细致地分析了两次失败的原因。他认识到过去的设计思想带有颇大的片面性，今后的计划必须把水量、泥沙及河道坡度等种种因素结合起来，作一个通盘的考虑。在以后的几年中，他仔细地勘测了大都城四郊的水文情况和地势起伏。只是后来他被调去修历，才把运河工程的规划搁了下来。

1291年（至元二十八年），有人建议利用滦河、浑河作为向上游地区运粮的河道。元世祖一时不能决断，就委派正在太史令任上的郭守敬去实地勘查，再定可否。郭守敬探测到中途，就发觉这些建议都是不切实际的。他乘着报告调查结果的机会，同时向政府提出了许多新建议。他这许多建议中的第一条就是大都运粮河的新方案。

这个经过实地勘测、再三研究而提出的新方案，仍然利用以前他那个试行方案中凿成的河道，但是要进一步扩充水源。扩充的办法是把昌平地方神山（今凤凰山）脚下的白浮泉水引入瓮山泊，并且让这条引水河在沿途拦截所有原来从西山东流入沙河、清河的泉水，汇合在一起，滚滚而下。这样一来，运河水量可以大为增加。这些泉水又都是清泉，泥沙很少，在运河下游可以毫无顾虑地建立一系列控制各段水位的闸门，以便粮船平稳上驶。

这是个十分周密的计划。元世祖对它极为重视，下令重设都水监，命郭守敬兼职领导，并且调动几万军民，在1292年（至元二十九年）春天，克日动工。

这条从神山到通州高丽庄，全长一百六十多华里的运河，连同全部闸坝工程在内，只用了一年半的时间，到1293



通惠河示意图

年秋天就全部完工了。当时，这条运河起名叫通惠河。从此以后，船舶可以一直驶进大都城中。那时大都城里作为终点码头的积水潭（今此潭还在，只是已经淤缩成一个小池潭了）上，南方来的粮船云集，热闹非常。这样，非但解决了运粮问题，而且还促进了南货北销，进一步繁荣了大都城的经济。

从科学成就上来讲，这次运河工程的最突出之点是在于从神山到瓮山泊这一段引水河道的路线选择。

从神山到大都城的直线距离是六十多华里。白浮泉发源地的海拔约六十米，高出大都城西北角一带最高处约十米。看起来，似乎完全可以沿着这条最短的直线路径把水引过来。但实际上这条直线所经地区的地形不是逐渐下降的。由沙河和清河造成的河谷地带，海拔都在五十米以下，甚至不到四十五米，比大都城西北地带的地势都低。如果引水线路取直线南下，泉水势必都将顺着河谷地带一泻东流，无法归入运河。郭守敬看到这一点，所以他所选定的线路就不是直通京都的。他先把白浮泉水背离着东南的大都引向西去，直通西山山麓，然后顺着平行山麓的路线，引往南来。这样，不但保持了河道坡度逐渐下降的趋势，而且可以顺利地截拦、汇合从西山东流的众多泉水。从后来通航的事实证明，舍弃那条直线，采取这条迂回西山下的线路，确是十分合理的。要知道，在六十多华里长的路程上，仅仅几米的高低起伏，那实在是非常微小，不是人眼所能直接看出的。从这取舍之间，可以看出郭守敬对大都城和它四周地区的地形测量，是下过很深的功夫的。

晚年的声望

通惠河开通以后，郭守敬一直兼任天文和水利两方面的领导工作。

1294 年，他升任知太史院事。但是关于水利方面的工作，当时政府仍经常要征询他的意见。

1298 年（元成宗大德二年），政府决定在上都附近开一道渠，元成宗召郭守敬去商议。郭守敬就去当地查勘了地形，了解了雨量情况，发现这条河道近山，所经地区的年雨量虽不多，却很集中，大雨连日的时候山洪非常凶猛。他认为，纵然河道平时的流量不大，河道本身也一定要宽达五十到七十步。当时主管其事的官员目光短浅，认为郭守敬把雨季的流量估计得太大，处理这事太小心了，竟把郭守敬所定的宽度削减了三分之一。河渠开通的下一年，一到大雨时节，山洪顺河直冲下来，河身狭窄，容纳不下洪水，两岸泛滥成灾，漂没了人、畜、篷帐不计其数，几乎冲毁了元成宗的行宫。元成宗被迫北迁避水时，想起了郭守敬去年的预言，不由得对左右叹道："郭太史真是神人呐。可惜没有听他的话！"

从此以后，郭守敬的声望更加高了。1303 年，元成宗下诏，说凡是年满七十岁的官员都可以退休，独有郭守敬，因为朝廷还有许多工作都要依靠他，不准他退休。

元成宗之后，元朝政权迅速腐朽，统治集团内部斗争日益剧烈，生活上穷奢极欲，荒唐到极点，把元世祖时代鼓励农桑的这点积极因素抛弃净尽了。在这种情况下，郭守敬的创造活动自然也受到极大的限制。同他当时不断提高的名望相对照，他晚年的创造活动不免太

沉寂了。除了在1298年建造了一架天文仪器——灵台水浑以外，就再没有别的重大创制和显著表现了。可以设想，如果他晚年能够有较好的社会政治条件，可能还有更大的贡献哩。

1316年（元仁宗延祐三年），为祖国的科学事业辛劳了六十多年的郭守敬去世了，享年八十六岁。

多方面的成就

郭守敬一生的科学创造相当丰富。除去在天文和水利两方面之外，还有许多杰出的发明和创造。可以说，他是个多方面的科学家。

郭守敬建造过一架七宝灯漏。这件器具是悬挂在一条梁架上的，形状好像一只灯球。实际上这是一台用水力推动的、相当复杂的机械报时钟。到了一定的时刻，灯漏里会有木人抱着时辰牌出来报时，还有个木人按时指明是几时几刻；每到正时、正刻，就有木人敲钟打鼓。更有趣的是灯漏里有个小型的舞台，舞台上蹲着龙、虎、鸟、龟等四个动物模型；到了一定的时刻，这些动物纷纷起舞，非常灵活。前面提到过的灵台水浑是一架用水力推动的天球仪，它可以表现天空中星辰的周旋转动。太阳、月亮的东升西落，在星空中运动的情景，可以在这仪器中看得清清楚楚。他在简仪中曾运用滚柱来减少仪器运转中的摩擦阻力，这也是一种新创的装置。凡此种种，都证明郭守敬在机械技术方面有很高的才能。

郭守敬也是一位出色的地理学家。他的水利工程设计，都是以他自己实际的地理勘测资料为基础的。他曾在巡视河北、山东河道时，对黄河附近一带几百里的区域进行过细致的地形测量，绘制成一幅幅的地图。他曾经以海平面为标准，来比较大都和汴梁（今开封）地形的高低之差。这是地理学中一个重要概念——“海拔”的创始。至于他在通惠河上游河道路线选择中所表现的地形测量的精确性，直到今天还引起学者们的惊叹和赞赏。

最后，我们应当提到他在数学和物理学领域内深厚的修养。《授时历》中许多数学公式是我国数学史上的重要发明，而这些公式全靠郭守敬的整理，才能流传到现在。如果他没有广博而深入的物理知识，那些天文仪表和各种奇器是决定创制不出来的。

总之，可以说，郭守敬是我国古代发明创造最多的科学家之一。他的创造大多具有精密、灵巧、简捷、易于掌握等种种特点。

郭守敬的确作出了许多光辉的创造，但是由于他所处时代的历史条件和他的阶级地位，也不可避免地会有某些消极的东西。比如，他曾经编纂过几种讲述如何推算黄道吉日之类的书。占凶卜吉，本是太史院的例行公事，作为太史令的郭守敬，自也很难规避。

尽管郭守敬一生的思想行动上不免有消极的一面，但是我们应该看到，他对我国古代科学发展有很大的贡献，是我国历史上一位光辉的科学家。

【李时珍】

李时珍生平

一个冬日，一位老人风尘仆仆地从长江中游的蕲州（今湖北蕲春县），来到长江下游的太仓州（今江苏太仓县）。在太仓的著名别墅弇山园里，年已垂暮

的主人热情地款待客人，留饮数日，亲切地促膝晤谈。这位主人是谁呢？他就是明代后期被誉为文坛盟主的王世贞。那位年逾古稀的客人又是谁呢？他就是被后世推崇为“医圣”、但在当时却没有什么地位的李时珍；他随身带来的书稿就是祖国医药学宝库中的一份极其珍贵的遗产——《本草纲目》。



李时珍像

李时珍生活在明朝的嘉靖、万历年间。当时的封建统治者不重视科学技术的发展，所以关于这位伟大科学家的生平事迹记载很少，除了他的儿子李建元在把《本草纲目》献给万历皇帝时写的《进本草纲目疏》以外，几乎找不到什么更详细的文字记载。直到清朝初年，李时珍的同乡人顾景星才为他写了一篇传记。这篇传记是我们今天了解李时珍的重要史料。

李时珍字东璧，号濒湖，蕲州东门外瓦硝坝人，生于明武宗正德十三年(1518)。李时珍的上几辈都行医。他的父亲李言闻，号月池，著有《月池人参传》、《四诊发明》、《痘疹证治》和《蕲艾传》等书，在家乡一带颇有医名。

在家庭环境的影响下，李时珍从小就对祖国医药学产生了浓厚的兴趣。但当时医生的社会地位是很低的，常常被人看不起；在正史里，他们的传记也排列在方伎列传里，医学被人视为末学杂流。一般读书人热衷于科举考试，轻视实际知识的积累。李时珍的父亲也希望儿子能够“学而优则仕”，因此督促李时珍从小就读那些陈腐枯燥的八股文。

李时珍在十四岁那年即明世宗嘉靖十年(1531)，考取了秀才。此后又三次到武昌去应乡试（省一级的考试），考举人，但三次都落选了。

李时珍从小身体瘦弱，二十岁那年参加乡试前后还生过一场大病。据他自己在《本草纲目》中所说，这次病是从感冒引起的，咳嗽了很久，没有及时注意，结果转为“骨蒸病”，皮肤发热，热得像火燎一样，觉得心烦口渴，每天吐痰一碗多。从现在的医学知识来看，他患的可能是肺结核。李时珍当时已懂得医道，他自己用了柴胡、麦门冬、荆沥等各种清热化痰的药，治了一个月，病情未见好转，甚至以为生命有危险了。后来还是由他父亲给治好了。他的父亲根据李时珍皮肤发热、口渴，而白天又更加严重的情况，选用了名医李东垣的独味黄芩汤，李时珍服后第二天就退了烧，痰和咳嗽也渐渐好了。李时珍事后感叹道，药对病症就好像鼓槌敲在鼓上一样，立刻发出响声，“医中之妙，有如此哉”！

李时珍从小遵父命读八股文，应科举考试，但他对这一套实在不感兴趣。嘉靖十九年(1540)，他第三次乡试落选后，从此告别了八股科举，专心一意地钻研医药学。由于李时珍的刻苦钻研

和他父亲的精心指导，他进步很快。

李时珍在二十五岁那年，即嘉靖二十一年（1542），开始正式行医。当时他已结婚，有了第一个儿子建中。他帮助老父共同挑起了全家的生活重担。蕲州玄妙观是李言闻、李时珍经常行医的地方。

李时珍行医不久，蕲州一带连年大旱，河塘干涸，粮食歉收，同时又发生了瘟疫。按明朝的医事制度，明政府在各地都设有“医药惠民局”。而所谓“惠民”，只不过是统治者笼络人心的话。当时贪污成风，药局的官吏营私舞弊，贱买贵卖，以假充真，实际上穷苦百姓很少能沾到什么“惠”。

在贫病交加、走投无路的情况下，许多穷苦百姓来找李家父子求医。对待穷人，李时珍总是细心诊察、用药，不论他们是乡邻还是远路来的病人，有时甚至还为病人赔上药钱。由于李家父子的精心治疗和热情帮助，许多危重病人恢复了健康，所以后人称赞李时珍道：“千里就药于门，立活不取值（报酬）。”

李时珍行医十年之后，在医学上的造诣已经远远地超过了他的父亲，他的医名也越来越大。不久，明朝皇族住在武昌的楚王朱英燉得知他医术高明，就把他召去，让他以王府“奉祠正”（管祭祀礼节的八品官员）的名义掌管王府“良医所”的事务。楚王的长子患有“暴厥症”，用现在的话来讲就是抽风病，经李时珍的治疗，很快就好了。

李时珍在楚王府呆了好些年。他过去长期给群众看病，同普通老百姓有深厚的感情，所以到楚王府后，仍旧常到外面给人看病。武昌蛇山观音阁就是他常去的地方。

嘉靖三十七年（1558），明朝皇帝令各地举荐医学人才到北京太医院填补缺额，楚王推荐了李时珍。太医院是掌管医政和为宫廷服务的御用医疗机构。关于李时珍在太医院任职情况，缺乏确凿的记载。据顾景星的《李时珍传》，李曾任太医院判，院判系太医院负责人之一，六品。但后来朝廷应李的长子李建中之请，封李时珍为七品的文林郎、蓬溪县知县（都是空衔，不是实职）。后来所封的官按例不会低于先前所任的官，所以李任太医院判一事，确否存疑。

关于他一年后托病辞去太医院职务的真正原因，由于史料不足，也无从确知。但有一点值得指出来的，那就是：当时的最高统治者是历史上出名昏淫无道的嘉靖皇帝，执掌朝廷大权的，是历史上有名的大奸臣严嵩。在他们的统治下，朝政十分腐败，官场里一片乌烟瘴气，就是太医院这个清水衙门也不能例外。这种情况，对于秉性正直的李时珍



李明珍采药铜像

来说，的确是难以久处的。

李时珍辞职后，回到故乡，除了行医，把主要精力用于编写早已着手的《本草纲目》。《本草纲目》大约是在明万历六年（1578）写成的，但直至万历十八年（1590）才着手雕版印刷。雕版印刷先要把字雕刻在整块的木制印板上，这是一件相当费时的工作，所以一部书往往要刻很久。

两年后李时珍病倒了。他在病中仍盼望着《本草纲目》能早日刻成，但当快要刻成的消息传来时，这位老人的病势却更加沉重了。万历二十一年（1593），李时珍与世长辞，终年七十六岁，遗体安葬在蕲州东门外雨湖的南岸。

李时珍一生除了研究本草外，他在脉学、诊断学以及其他一些中医理论方面，都有深湛的造诣，并有不少专著。现存的有《濒湖脉学》、《奇经八脉考》和《脉诀考证》。此外如《医案》、《五脏图论》、《三焦客难》、《命门考》和《白花蛇传》等，都已失传。李时珍还是一个诗人，写过《邁所馆诗》、《诗话》，可惜也都已失传了。

李时珍遗留给后人的著作，价值最大、影响最深远的，是他的医药学巨著——《本草纲目》。

重新修订“本草”

“本草”就是中药。由于绝大多数中药来源于植物，其中又以草类最多，所以中药书都以“本草”命名，其实不少虫、鱼、鸟、兽和矿物也是常用的中药。

李时珍为什么要重修“本草”呢？这要从我国本草学的发展史说起。

我国地大物博，历史悠久，古代文化灿烂辉煌，药物学方面的遗产也十分丰富。自古以来，我国就有神农尝百草的传说，神农被认作我国药物学的始祖，《神农本草经》（简称《神农本草》）则是我国第一部比较完备的本草学著作。据考证，《神农本草经》并非神农所著，而是汉代人假托神农之名问世的。《神农本草经》总结了我们的祖先世世代代遗留下来的许多医疗经验和当时认识到的药物三百六十五种。

从汉代到明朝，时光已经逝去了一千五百年了，随着人们与疾病斗争的知识日益丰富，本草学也日益发展、完善起来。在这段时间里，历代医药家又编纂了很多新的本草，数目不下二、三百种，大大地丰富了祖国的医药学宝库。

南朝齐梁时期大医药学家陶弘景编写的《神农本草经集注》，是一部很有影响的著作。《集注》将《神农本草》中所收载的三百六十五种药物加以注释和整理，又补充了汉、晋以来新发现的药物三百六十五种，共收载药物七百三十种。

唐高宗显庆四年（659），由大臣长孙无忌、李勣等领衔编纂、由苏恭实际负责编著的《新修本草》，宣告完成，并由政府在全国统一颁行。《新修本草》共收载药物八百四十四种，是我国第一部官修药典。

宋朝影响较大的本草有刘翰、马志的《开宝本草》，有掌禹锡、苏颂的《嘉祐本草》；最值得重视的是宋神宗元丰五年（1082）由四川名医唐慎微所著的《经史证类备急本草》，简称《证类本草》。《证类本草》是我国当时最完备的本草学著作，共收载药物一千四百五十五种，并附有药方三千多个。

李时珍是个喜欢读书的人，象《神

农本草》、《新修本草》、《证类本草》这些名著他早就仔细读过。据《李时珍传》记载，他青年时曾经“读书十年，不出户庭”，可见他对于学习前人经验是十分认真的。不过这话也有不够符合实际情况的一面，因为李时珍以医为业，经常出外应诊，又喜欢进行实地考察，怎么可能“不出户庭”呢？实际上李时珍不仅善于总结前人经验，而且也十分注意把书本知识和实际情况加以对照、研究，提出自己的看法。

李时珍在自己行医过程中渐渐感到我国古来的本草同明朝当时用药的实际情况不甚相符，旧本草不只是品种不全，而且还有许多错误。

就拿唐慎微的《证类本草》来说吧，这是当时医药界公认的“全书”。李时珍一方面称赞唐慎微的学问实在广博，《证类本草》汇集了各家本草的药物和民间许多的单方、验方，使这些民间和古来的用药经验能够流传下来，这些都是他的功劳。但另一方面，李时珍觉得《证类本草》仍“瑕疵不少”，例如把“葳蕤、女萎二物并入一条”，这就是个差错。葳蕤是一种矮小的多年生草本植物，开白色的钟形小花，叶子像竹子，所以又名玉竹，是一种常用的滋补强壮药。女萎也称万年藤，茎长数丈，是止痢消食药。这两者怎么可以混为一谈呢？还有，生姜、山药是两种菜蔬，《证类本草》却把它们列入草部；槟榔、龙眼是两种果子，《证类本草》又把它们列入木部，等等。

再举一些例子来说：

如硝石与芒硝。前者也称火硝（主要成分是硝酸钾），后者又名水硝（主要成分是含水硫酸钠）。但历代各家本草对硝石和芒硝成分差别都弄不清楚，错加注释。

又如有的本草认为“黄精即钩吻”，“旋花即山姜”。黄精是一种补药，无毒，钩吻却有剧毒；旋花与山姜也是两种不同的植物，分属旋花科和姜科。这些东西怎么可以互相混淆呢？

历代诸家本草“似兹之类（的错误）不可枚举”。药搞错了，尽管医生处方开得再好也还是不能治病，甚至会因此引起医疗事故，所以这些错误都需要及早加以纠正。

同时，从《证类本草》问世到李时珍生活的时代，已经过去四个多世纪了，这四百年来本草学仍在继续向前发展。

在与疾病作斗争中，一些医家积累了丰富的经验，在古代医学的基础上，有了新的收获。金、元时期有四大医家闻名于世，他们是：主张用寒凉药的刘完素，常用攻下药的张从正，擅长用补养脾胃药的李东垣，研究滋阴降火药的朱丹溪。他们提出了不应当盲目搬用古方的观点，指出了旧医书和本草的许多讹误不足之处。四大医家研究新药理，推广新药效，发现新药物，讨论如何组成新的有效方剂。他们的学术争鸣对李时珍的思想产生了深刻的影响，更增强了他重新修订本草的意愿。

另外，宋元时期海陆交通日益发达，对外贸易超过了唐朝。1973年，考古人员在福建省泉州湾发现了一艘宋元时期沉没的海船，船舱中除有大量古铜钱和瓷器外，还发现了许多药物，如沉香、檀香、水银、朱砂、胡椒等。可见那时我国与国外医药学交流已经相当发达。

元朝时，由阿拉伯邀来了医生，在北京开设了“回回药物院”，并且翻译

了阿拉伯医药书籍《回回药方》。

明朝时，郑和七次奉命下西南洋，最远航行至非洲东岸，带回了芦荟、乳香等外国药材和许多国外的医药学知识。

随着本草知识的日益丰富、发展，旧本草早已不够用了。应当早日有一本新的本草问世，来全面地总结祖国本草学的新认识、新经验，以提高医药学的水平，更有效的为人们治病。

历代本草许多是由当时的封建朝廷主持修订的，如前面谈到的《新修本草》、《开宝本草》、《嘉祐本草》。但李时珍所处的时代，如嘉靖皇帝和万历皇帝这些明朝统治者，一心只想炼丹求仙，长生不老，对重修本草却不热心。重修本草的工作已经迫不及待了，李时珍毅然决定，由自己独自承担起这一艰巨的工作。

明嘉靖三十一年（1552），李时珍开始编写《本草纲目》，这一年李时珍是三十五岁。

前面提到，李时珍曾经多年掌管过楚王府的良医所，这使他有机会饱览了王府所藏许多民间难得的医药书籍。此后他到太医院任职，太医院的生药库里保存着各种民间稀有的珍贵药材，图书资料也更丰富。这些都是李时珍编写《本草纲目》时极有参考价值的资料。但是太医院的许多医官只知道一味地讨好皇家，没有多少真才实学。这样的环境对他从事《本草纲目》的编写工作，没有什么好处。任职一年以后，他终于弃官回乡了。

北京离李时珍的故乡蕲州有几千里路。李时珍在南归的路上还念念不忘本草，随时为重修本草收集材料。他在旅途中看到北方的车夫常常带着一种叫旋花的粉色小花，于是就向车夫作了调查。车夫告诉他，这是“暮归煎汤”饮用的。因为他们是干力气活的，这草每晚煎汤饮下，可以舒筋活血，补气长力。于是李时珍记下了车夫的话，以后并在《本草纲目》中写道：过去医书中旋花能“益气续筋之说，尤可证矣”。

李时珍回到故乡后，把全副精力集中到编写《本草纲目》上来。他先后查阅了前人医学著作八百多种。他亲自采集药用植物，解剖药用动物，炼制药用矿物。他向农民、猎户、药农、铃医们请教。他对《本草纲目》所要收载的品种“一一采视”，足迹踏遍了湖南、湖北、安徽、江西、江苏、河北、两广和太和山（武当山别名）等许多地方。

李时珍重新修订“本草”，经过翻阅大量医学文献，多方面从事调查访问，采集和炼制药物，结合行医进行试验，然后分析研究，编写草稿，反复修改，从壮年一直到晚年，前后花了几十年的时间。有志者事竟成，明万历六年（1578），《本草纲目》这部辉煌的巨著终于编写完成了。《本草纲目》既是我国亿万劳动人民智慧的结晶，也是李时珍个人辛勤劳动的结晶。

《本草纲目》完成后，由于李时珍又屡加修改补充，特别是由于在经济上力量不足，所以这部书迟迟没有雕版印行。本书一开头提到，李时珍带了书稿到太仓去拜访著名文学家王世贞，这可能与书的印行有关。他们两人会见后，谈得很投机。李时珍指着随身带来的几十卷书稿对王世贞说：他历时三十年，参考了八百多家医学著作，三易其稿，写成了《本草纲目》，希望王世贞写篇序言，“愿乞一言，以托不朽”。王世贞

欣然从命，他开卷细读之后，很快就看出了这部新著的重大价值，不久就写了序言。

王世贞在序言中高度评价了《本草纲目》，说这部书“博而不繁，详而有要，综核究竟（全面核查原因），直窥渊海（了解到事物的本质）”。进而说，它不仅是一部医书，“实性理（哲理）之精微，格物（物理）之通典，帝王之秘纂，臣民之重宝也”。序言还记述了他们两人会见时的情景，形象地刻画了这部巨著的作者：“予窥其人，晬然（面色润泽）貌也，癯然（清瘦）身也，津津然谈议也，真北斗以南（喻指天下）一人。”一位清瘦而面色润泽，精神奕奕，谈锋颇健的老人的风貌，真是跃然纸上。看来，大文豪王世贞对李时珍的学问和为人也极为倾佩，所以赞之为“北斗以南一人”。

王世贞写《本草纲目序》，所署时间为“万历岁庚寅春上元日”，即万历十八年（1590）正月十五日。估计他们两人会见的日期当在此前不久。就在这一年，《本草纲目》的手抄本传到南京一位出版商胡承龙手中，他觉得这是一部有价值的药物书，所以愿意帮助雕版印行。

万历二十四年（1596），《本草纲目》在南京刻成印行；因为南京古称金陵，所以这个版本叫“金陵版”，这是《本草纲目》的第一个刻本。

同年，明神宗命令各地献书，李时珍的儿子李建元就把《本草纲目》献上去了。明神宗看了《本草纲目》，批了“书留览，礼部（主管礼乐祭祀和典章制度的中央官署）知道”七个字，就没有下文了。

万历三十一年（1603），在江西巡抚夏良心倡议主持下，依据金陵本，重刻了《本草纲目》，这就是江西初刻本。江西初刻本改正了金陵本的一些讹误。《本草纲目》此后在国内重版了二、三十次，它的各种明、清刻本一般都是以江西本为底本翻印的，改动不大。直至光绪十一年（1885），合肥张绍棠味古斋经过校勘重刻，对本书作了不少改动。张氏重校刻本固然改正了不少错处，但也有改错的，而且抽换了几百幅图，从而使原书有不少失真之处。

《本草纲目》的内容概要

《本草纲目》共五十二卷，收载药物一千八百九十二种。全书可以分成以下三个部分：

（一）《本草纲目》的序言、凡例、目录和附图。

由于《本草纲目》在国内翻刻过几十次，所以各种刻本的《序言》也不完全一样，但一般都收有初版时王世贞所写的《本草纲目序》和李建元写的《进本草纲目疏》。《进本草纲目疏》转述了李时珍临死前写的准备上奏皇帝的《遗表》的部分内容，陈述了李时珍一生勤奋编纂《本草纲目》，“历岁三十，功始成就”的经过。

卷首除了序言和《进本草纲目疏》以外，还有全书五十二卷的目录，说明编写的方法、体例的《凡例》，以及附图。

《本草纲目》共有附图一千一百六十幅。在《本草纲目》初次刻本中曾有“李建元图”的记载，可以推测这些药物图大约是李建元画的。这些图虽然不算十分精美，但都比较清楚、真实，对于识别药物和防止药物相互混淆，有一

定的科学价值。

（二）《本草纲目》的《序例》和《百病主治药》。

《本草纲目》第一、二卷是《序例》部分。《序例》首先简明、扼要地介绍了四十一部历代诸家本草，这些都是李时珍编写《本草纲目》的主要参考书。《序例》中还列有“引据古今医家书目”和“引据经史百家书目”，这些也是李时珍编写《本草纲目》时的参考文献。

《诗经》是我国最古老的一部民间歌谣集，其中记有到现在还应用的药物五十余种，如蝱（贝母）、艾（苦艾）、芣苡（车前子）等。《尔雅》是我国古代解释词义的书，共收载了各种动植物约三百种，其中可供药用的有四十种。司马迁《史记》中这方面的资料就更丰富了；其中讲到汉文帝召见当时有名的医学家淳于意时，淳于意叙述的二十五个病人的病历记载——“诊籍”，这是我国现存最早的医案记录。这些古籍中的有关资料，李时珍都充分采用，正如他自己说的，“上至坟典，下至传奇，凡有相关，靡（无）不收采”。

序例中还一一列出了《本草纲目》从历代各种本草中收录的药品数目。例如：从陈藏器《本草拾遗》收入了三百六十九种，这是收录最多的；从《神农本草》收入了三百四十七种，次之；等等。李时珍自己发现、收集的药物，则有三百七十四种。

为了便于后人学习，李时珍还从历代医药学名著中摘录了一部分祖国医药学的经典理论和有关知识，列入序例，以供查阅。例如：“神农本草经名例”、“五味宜忌”、“服药食忌”等。其中“神农本草经名例”一节，把《神农本草》收载的三百六十五种药物分为三类：能够补养身体，无毒，“多服久服不伤人”的属于上品，有一百二十种；可以治病补虚，但有一些毒性的是中品，也有一百二十种；专门用来治病但毒性大的为下品，共一百二十五种，使用一定要谨慎，不可久服。

《本草纲目》第三、四卷是“百病主治药”。其中详细归纳了当时认识到的各种疾病共一百一十七种，在每种病的后面开列了治疗用的主要药物。例如在“诸虫”病项下，李时珍列举了一百多种可以治疗人体寄生虫病的药物：如使君子、扁蓄、乌梅、龙胆可以治蛔虫，鹤风、槟榔、百部、榧子可以治蛲虫等。这些药现在一般统称为驱虫药。李时珍当时就能了解这么多驱虫药实在不容易。而且他还认为各种驱虫药对不同寄生虫有选择作用，所以应当因虫选药。又如在“失眠”项下，列举了大枣、酸枣、朱砂、灯心草等药物；在“痢疾”项下，列举了白头翁、绿豆、枳壳、马齿苋；在“黄疸”项下列举了茵陈、大黄、白鲜皮、苦参。这些记载，从现代医学科学角度来看，大体上也都是正确的。

（三）《本草纲目》的正文内容。

由第五卷至五十二卷是《本草纲目》的正文和主要内容。这里，李时珍把所收录的一千八百九十二种药物共分成十六个部分；每部又细分成若干类，共六十类；各类之下再分别列出所属的药物名称；对每种药物又按“释名”、“集解”、“修治”、“气味”、“主治”、“发明”、“正误”、“附方”等八个方面加以解说。对这八个方面，下面略作说明。

“释名”：解释各种药物的名称来由，并且列出该种药物的别名。例如，白头翁又名野丈人，那是由于白头翁“近根处有白茸，状似白头老翁”而得名的；再如，夏枯草又名铁色草，是由于“此草夏至后即枯”而起名的；远志又叫细草，李时珍认为“此草服之能益智强志，故有远志之称”，等等。

“集解”：专门介绍药物产地、形态、采集等。例如夏枯草，“原野间甚多，苗高一、二尺许，其茎微方”，“开淡紫色小花”，花谢了以后就结出细小的种子。李时珍在这儿还批评了元朝的大医学家朱丹溪观察事物不够细致，因为朱氏曾讲夏枯草是不结种子的。

“修治”：该栏介绍药物加工炮制的方法。中药炮制是我国一门独特的传统制药技术，药材经过炮制加工可以降低毒性，提高临床疗效。李时珍十分注意研究各种药物的加工炮制方法，除了引证诸家学说，综述古来记载外，还特别重视调查当代的经验，提出自己的看法。

石膏，古来只把它“打碎如豆大”，然后用丝绸包好就直接入汤药了。石膏性很寒，会影响肠胃的功能。李时珍认为近年来人们都先用火来煅烧，或用糖拌炒后再入药，这种方法好，因为经过煅炒的石膏不会影响肠胃的功能了。

同一种药，炮炙方法不一样，加入的辅料不同，疗效就会有差别。黄连味很苦，可以泻火解毒，是治疗目疾、痢疾等许多疾病的重要药物。古来处理黄连，仅以布擦去须根，用水浸泡一下，取出后切片、焙干，就供药用了。李时珍认为根据病情不同，应该有不同的加工炮制方法：可以不加任何炮制而生用，也可以按照需要分别用猪的胆汁浸炒、



《本草纲目》书影

醋炒、酒炒、姜汁炒、盐水炒、朴硝炒、黄土炒，然后再使用，这样可以增加疗效。例如，用来治上焦（身体上部）的病，就可以先用酒炒；治中焦（身体中部）的病，就用姜汁炒；治下焦（身体下部）的病就用盐水和朴硝炒；黄连治食积，最好是用黄土炒后再入药。

“气味”：气味本来讲的是食物的味道、性质，中药为什么也谈气味呢？原来上古时对药物与食物还分不太清楚。最古的本草书《神农本草》中所列的上品药就有许多是今天常用的食品。随着医学日益发达，本草才逐渐分为食用本草和药用本草。明代编写的《食物本草》、《食鉴本草》都是典型的食用本草，而《本草纲目》基本上属于药用本草。由于药用本草和食用本草本来是一家，所以药用本草仍沿用了“气味”这个词。在《本草纲目》中，气味指甘苦咸酸涩，寒温凉平（平指不寒不温），有毒无毒等特性。如甘草，甘平无毒；知母，苦寒无毒；五味子，酸温无毒；迎春花，苦涩平无毒；翦草，苦凉无毒；桔梗，辛微温有小毒；旋覆花，咸温有小毒；银朱，辛温有毒；附子，辛温有大毒；等等。

“主治”：列举这种药物治疗的主要病症。例如：五味子可治泻痢，生津止

渴；白及可以治痈肿恶疮、白癣、疟疾、跌扑损伤等。李时珍在这一栏中所列内容虽丰富，资料却比较庞杂。象当归名下所列的主治病就有十多种，到底哪一种是主要的呢？这样往往就使人不得要领。这是《本草纲目》的一个缺点。

“发明”：这一项记录了李时珍和历代医家对一些药物研究的心得体会。例如黄连，李时珍引述了历代名家对黄连药理作用的一些不同的看法，最后得出了自己的结论：黄连虽无毒，但性质太寒，所以不宜长久服用。

“正误”：纠正过去本草书中的一些讹误。例如前面提到的，旧本草误认萎蕤和女萎是一物。李时珍就在《本草纲目》所载萎蕤的“正误”栏下指出：“古方治伤寒风虚用女萎者，即萎蕤也，皆承本草之讹而称之。诸家不察，因中品有女萎，名字相同，遂致费辨如此。今正其误。……其治泄痢女萎，乃蔓草也，见本条。”

“附方”：专门收录以该种药物为主的经验药方。中医的处方是很有讲究的，一种药配方不同，功效也就不同。只讲药，那就只能孤立地了解一味药，没有药方，或方剂组合得不合适，药也就不能够发挥作用。有了好的药方，才能把药物与临床实践紧密地结合起来。《本草纲目》共收载了历代经验药方一万一千零九十六个，其中八千一百六十个是李时珍亲手收集的，约占全部的附方四分之三。“附方”很有实用价值，是《本草纲目》的重要内容。

以上八项，每种药物名下不一定项项俱全，有的多几条，有的少几条。例如，人参这味药八项俱全；百合由于晒干后即可供药用，不需特殊加工炮制，所以缺“修治”一项；榔梅由于收集的资料比较少，仅有“集解”、“气味”、“主治”三项。

就《本草纲目》全书来看，正如李时珍在凡例中所讲的，是“以一十六部为纲，六十类为目”。而就每一样药品来看，则以这种药的名称为纲，而以其他八项解说为目。由于这种编排方法提纲挈领，纲目分明，正文前又有丰富的资料便于查阅，所以既可由病症来寻找所需用的药物，又可由药物来寻找可供选择的方剂，使用起来十分方便。

李时珍的治学思想

李时珍是一位十分重视实践的科学家。他不为古人旧说所束缚，坚持革新，并且同当时社会上存在的封建迷信进行了斗争。他对医药学的研究明显地体现了唯物主义的倾向。

（一）注重调查研究。

李时珍一向主张通过了解事物的实际情况，来“穷究物理”，反对牵强附会地对前人的经验进行“纸上猜度”。他认为学习前人的经验虽然重要，但这仅仅是事情的一个方面，对药物只有亲采、亲试才能“颇得其真”。

例如，芸薹是当时常用的一种药，但它究竟是什么东西呢？李时珍查阅了许多本草，发现各家本草互相抄录，都解释得十分含糊，只说它是一种菜。李时珍一时也搞不清楚，于是就向农民请教，才知道原来书上讲的芸薹，就是我们常吃的油菜。李时珍为了具体了解油菜的形态特点、播种和生长情况，就亲自到菜园进行观察，并在仔细观察的基础上对芸薹重新进行了描叙。他写道：这种菜头年秋天下种，第二年春天才开花，由于容易抽薹而且分枝很多，所以

称芸薹。它的叶子“似白菜”，“开小黄花”，花有“四瓣”，和芥菜花十分相像。它的种子可以榨油，这种油“燃灯甚明”，但“食之不及麻油”。有了这些细致的记叙，芸薹到底是什么菜，后人读到也就容易搞清了。

李时珍青年时曾对蕲蛇进行过实地考察，还把自己的研究结果写成了《蕲蛇传》。蕲蛇是李时珍故乡蕲州的一种特产。这种蛇毒性很强，是一种重要的药材，能祛风湿，治半身不遂、关节疼痛。起初李时珍对蕲蛇并不十分了解，由于蕲蛇又叫白花蛇，所以他以为市场上出售的白花蛇就是蕲蛇。白花蛇虽然两湖和四川一带都有，但只有蕲州产的独负盛名，是正品，产量也不多。市场药店里卖的都是从兴国州（今湖北阳新县）山中捕来的。要了解真正的蕲蛇，就要到它的产地龙峰山上去。为了观察蕲蛇的生活习性，李时珍冒着被蕲蛇咬伤的危险，几次爬上了龙峰山。

在捕蛇人的帮助下，李时珍仔细观察了蕲蛇的生活习性，他发现蕲蛇常在石南藤上活动。石南藤叶子椭圆带尖，嫩叶是红色的，开白色小花，嫩叶和花都是蕲蛇喜欢吃的东西。每当捕蛇人发现蕲蛇，就先在它身上撒一把沙土，蛇就会盘曲而伏，这时捕蛇人就用叉子叉住它，用绳悬起，破腹去肠，用清水洗净，再用竹架支起来，最后把蛇盘成一团，扎缚好，用火炕干。

李时珍在实地观察的基础上记述了蕲蛇的形态特点：蕲蛇身上的颜色是黑的，有白色花斑，胁下有二十四个斜方格的花纹，腹部还有佛珠似的块斑，嘴里有四个长牙。蕲州产的白花蛇即蕲蛇与其他地方所产的白花蛇不同：蕲地产的炕乾后眼睛睁着，药用效果高；而别处所产者干后则闭着眼，药用效果不及蕲蛇。

李时珍长期生活在人民之中，经常进行实地调查和访问，所以他的一些记述都比较细致、确实，对当时一些流行的迷信传说和没有根据的猜测都不轻易地相信。

“伏翼”就是蝙蝠，有的地方又叫夜老鼠。古代有人认为伏翼是一种“仙鼠”，入药服用，可以“令人肥健长生寿千岁”。李时珍认为这种说法实在太荒唐。他指出，伏翼白天倒悬在洞窟里睡眠，傍晚外出飞行活动，只不过是一种捕食蚊虫的动物而已，所谓“服之令人不死者，乃方士诳言也。陶氏（指陶弘景）、苏氏（指苏恭）从而信之，迂矣”。

李时珍在科学上是个坦坦白白的人，如有什么问题自己还没有搞清楚，他就直截了当地说不了解，没见过，决不掩饰。例如《旧唐书》上曾载有一种食蛇的鼠，李时珍既没有见到过，也未能查到更多的有关资料。他就老老实实地承认自己难以断定《旧唐书》所载是否可靠，只好留待后人去研究。他在“食蛇鼠”一目下这样写道：“按《唐书》云：罽宾国（今阿富汗东北一带）贡食蛇鼠，喙尖尾赤，能食蛇，有被蛇螫者，以鼠嗅而尿之即愈。今虽不闻说此，恐时有贡者，存此以备考证。”李时珍所讲的这种食蛇鼠，很可能就是今天我国云南和印度、缅甸一带所产的蛇獴。蛇獴又名獴哥，四肢短小，很像鼬鼠，善捕毒蛇，对蛇毒有一种特殊的抵抗力。

在四百年前的封建时代，李时珍能这样重视实地调查，这种朴素的唯物主

义思想是十分可贵的。他的那种实事求是的态度在今天也仍是值得赞扬的。

（二）纠正古人旧说的错误。

李时珍注重实践，所以能不为古人旧说所束缚，人云亦云。古人的话凡是有与实际情况不符的，他就要提出批评；不管是本草名著中收载了的或是医药史上的权威讲过的，李时珍都直言不讳。这表现了他对祖国医药学的忠实和对人民健康负责的态度。

五倍子是一种用途广泛的药品，有收敛止血的作用，可治久痢脱肛、水火烫伤，也是当时的一种解毒剂。但五倍子究竟是怎么形成的，大家都不甚了解。宋朝的《开宝本草》曾把五倍子收入草部；《嘉祐本草》的作者看到五倍子生在盐肤木上，所以认为是盐肤木的果实，又把它移入木部。李时珍读了这些记载后感到不满意，尽管这两部本草都是很有名的。他讲，五倍子是“構虫窠也”。構虫就是蚜虫，五倍子是蚜虫寄生于盐肤木上而形成的。五倍子蚜虫很像蚂蚁，每年五、六月就开始在盐肤木上活动，并渐渐在叶间形成虫瘿。这些虫瘿“初起甚小，渐渐长坚”，大的像人的拳头，小的像菱角，“形状圆长不等”，“初时青绿，久则红黄”，缀于枝叶间，确实很像树木结的果实。但只要敲开它那又薄又脆的壳，就可以看到里面有许多小虫，由此可见它并不是树木的果实。山区老百姓采来五倍子以后都要先蒸熟，防止以后虫子穿壳而出并使五倍子腐败。

还有，大药物学家陶弘景对穿山甲的记述，李时珍觉得也有问题。穿山甲又名鲮鲤，是一种哺乳动物。它的样子象鲤鱼，但有四足，会在陆上爬行，又善游水。鲮鲤全身和尾部都长满了坚硬的鳞甲。它的鳞甲是一种治疗妇女经闭腹痛、乳汁不通的重要药材。陶弘景在《神农本草经集注》中写道，这种动物会在岸上张开鳞甲装死，引诱蚂蚁爬人它的鳞甲，待蚂蚁爬满了一身，穿山甲就闭上甲片钻进水中，然后再次张开鳞甲，结果“蚁皆浮出”，于是它就“接而食之”。为了辨明陶弘景记述的“张甲诱蚁”的说法，李时珍在猎人帮助下曾亲剖其胃，果然从它那特大的胃中掏出了一升多蚂蚁。不过李时珍在实地考察过程中发现，穿山甲虽是一种食蚁动物，但他吃蚂蚁的方式却不是诱蚁后人水吞食，而是直接搔开蚁穴，用它那细长的舌头进行舐食。

李时珍一生纠正了不少前人、包括权威性学者的许多错误。他认为有些错误完全是由于作者在编写本草时，对所收载的品种缺乏调查的结果。例如兰花是兰科植物，可作观赏用；兰草是菊科植物，可治感冒。可是宋代有名的药物学家寇宗奭竟以“兰花为兰草”。又例如，天花粉和栝楼：天花粉即栝楼根，栝楼是栝楼的果实，而宋代名医苏颂却将天花粉和栝楼按两种植物画了药物图。他觉得如果作者事前对所要收载的药品先收集实物，加以研究，搞清其产地、形态、生长特点、药用价值等情况，然后再动笔，那么这些错误就可以避免。

（三）主张医药学要有创新，有发展。

李时珍认为事物总是不断发展的，前人不认识的药物后人在实践中可能不断地发现和了解。所以他强调在本草学的研究中应当“发前人未到处”，对于各种药品凡是“有功用而人卒（始终）未识者”，都应当收录起来。

三七，又名金不换，是一种贵重药品。这种药应用的历史不长，历代本草也都未提到过。李时珍在行医中发现三七这种药治疗跌仆损伤的功效很突出，所以就把它收入了《本草纲目》。《本草纲目》详细地记述了三七的药用价值，指出这种药无论对出血或瘀血都很有效。只要把它嚼烂，敷在伤口上，出血马上就能停止，青肿也会随即消散。但是有关三七的传说，李时珍也不是全部肯定，而是分别情况进行分析。当时有人讲，这种植物的叶子左面分成三小片，右面分成四小片，所以叫三七。也有人讲三七又名山漆，是由于它能愈合刀伤创口象漆粘东西一样。李时珍认为前者之说不符合情况，而后一种讲法多少有一些道理。

曼陀罗也是一种新药。它茎直立，圆滑而绿，叶子很像茄子叶，所以又叫山茄子。曼陀罗有野生的，也有家种的。八月开花，花白色，喇叭筒状，很像牵牛花。果实圆而有芒刺，中有许多细小的种子。当时民间传说，用曼陀罗的花酿酒饮，会“令人笑”，“令人舞”，有一定的麻醉作用。李时珍对祖国药物学的历史很了解，他知道早在东汉时名医华佗就创造过“麻沸散”，用来进行全身麻醉。但麻沸散到了明朝早已失传，所以李时珍特别重视关于曼陀罗的传说。

为了验证曼陀罗的麻醉作用，李时珍亲自采来了曼陀罗花和火麻子花，在通风处摊开阴干，然后每样一半研成细粉。李时珍在“割疮灸火”以前就把这种药给病人吃，一般用“热酒调服三钱”。病人服药后不久就“昏昏如醉”，失去了知觉，这时再施行手术，病人就不会有痛苦了。实验结果，证明曼陀罗确实有很强的麻醉作用。于是李时珍在《本草纲目》中详细地记下了曼陀罗这一功用。今天，我国医务人员通过大量临床验证，充分证实了李时珍的实验结果是十分正确的，重新发掘了中药麻醉这一宝贵的祖国医学遗产。以曼陀罗为主的中药麻醉，安全、有效，现已广泛应用于外科临床手术中。

对于巴豆的药用价值，李时珍也作过一番探索。巴豆是一种泻药，有毒。南朝大医家陶弘景也认为：“巴豆最能泻人”。而元朝有位医生王海藏却说：巴豆可以通肠，但也可以止泻；还特别指出，巴豆止泻的功能，“世所不知也”。不过，王海藏对此没有作出很具体的论证。到底巴豆有无止泻作用呢？有一次，李时珍遇到了一位六十多岁的老妇人，她腹泻已经五年。这位老人只要吃一点油腥、生冷的东西就犯病，经过许多医生的治疗，吃了不少止泻和调养脾胃的药，总不见效。李时珍仔细地听了这个病人的陈述，他认为她的腹泻是由于胃寒，是“大寒凝内”所至。巴豆是热性药，可以祛寒，是不是对这种腹泻有作用呢？于是李时珍给这位病人开了巴豆。第二天，病人腹泻果然停止了。事实证明，巴豆能致泻也能止泻，足见王海藏的经验之谈是正确的。此后，李时珍又用这一方法陆续治好了将近一百个腹泻病人。于是他在总结这一经验时写道：巴豆用量大固可致泻，但用量小也有止泻的作用，问题是要药对病症，配合得当。这样，他在自己的直接经验的基础上，检验了前人的经验，并且作出了具体的、令人信服的说明；这比之王海藏的简单的论断就又进了一步。

还有一些药，如朱砂，根治咽喉肿

痛效果很好，但当时“惟太和山人采之”；如半边莲，田边湿地到处都有，对毒蛇咬伤有良效。这些药在古书中也都没有记载，但都有很高的药用价值，因此李时珍把这些药都一一收入了《本草纲目》。

（四）批驳方士炼丹的迷信邪说。

李时珍在行医、采药、编写本草的同时，还与方士的迷信妄说展开了斗争。

在我国，炼丹术大约在公元前二世纪就发展起来了。专门研究炼丹术的人称为方士。方士的迷信活动正好迎合了封建统治者企图长生不死、永远统治人民的愿望。方士炼丹，在社会上也成为宣扬迷信、坑害骗人的一种活动。有的人受骗上当，因服食所谓丹药而损害健康以至丧生。

李时珍所处的嘉靖朝，那个出名荒淫腐朽的嘉靖皇帝，就热衷于炼丹求仙。他自号“灵霄上清统雷元阳妙一飞玄真君”；对他所宠信的方士陶仲文，予以“忠孝秉一真人”的称号外，还授以礼部尚书官衔，加官少师，封为恭诚伯。北京皇宫中设立法坛，建醮求仙，搞得乌烟瘴气。陶仲文死后，当时有名的清官海瑞曾在奏章中质问嘉靖帝道：“陛下师事陶仲文，仲文则既死矣。仲文不能长生，而陛下独何求之？”对这些情况，李时珍则从医学的角度，作了有力的驳斥。

例如，金子是一种比重很大的金属，但方士却说服食黄金可以成仙。李时珍一向反对服食黄金和所谓丹药。他讲，人是血肉之躯，需要正常饮食才能生活，能忍受“金石重坠之物久在肠胃乎”？用现在的话来讲，金子比重太大，吃下去是会引起肠穿孔而危害生命的，这就是古书中通常所说的坠金而死。所以服食黄金实际上是“求生而丧生，可谓愚也”。

最使李时珍生气的，是一些本草书也收录了不少方士的胡言乱语。例如水银是一种易蒸发的金属，人吸了水银蒸气，水银就会“入胃钻筋，绝阳蚀脑”。方士的“丹书”上胡说水银是长生不老药，这当然不可信，问题是一些本草书也竟随声附和，说水银没有毒。所以李时珍说：“方士固不足道，本草岂可妄言！”

究竟水银是否有毒，李时珍引用了宋代名医寇宗奭记叙的两个例子来说明这个问题。有个太学士李于相信方士柳泌能用水银制造长生不老药，但是当他吃了柳泌用水银烧制的丹药后就开始便血，而且病情愈来愈重，四年以后就死去了。另外还有一个叫归登的人，是工部尚书，据他自己介绍说，他也是由于吃了水银才得病的；结果，此人也“唾血十数年以毙”。

我国很早就有人不相信炼丹、服丹、吞水银可以成仙。东汉的一首古诗中就写道：“服食求神仙，终为药所误。”铅、锡、雄黄、硫黄、水银等矿物都有一定毒性，单独服用水银或把这些东西混合烧制成各种丹药吃下去，都是十分危险的，决不能延年益寿。明嘉靖四十五年十二月（1567 年 1 月），皇帝朱厚熜由于服食“丹药”终于丧了命。明穆宗朱载垕继位，严惩方士，于是一时许多人再不敢提水银朱砂可以医治什么病了。

李时珍一向反对方士的迷信邪道，不过，他在批判方士邪说的同时，又对丹药在医疗方面的作用给予了适当的肯

定。他认为炼丹术剔除其中不科学的成分也可为医药学服务。水银虽不可随便服食，“而其治病之功，不可掩也”。水银同黑铅结合可制成铅白霜，铅白霜有止惊悸、解酒毒、治疗中风的作用；水银同硫黄可合炼成灵砂，灵砂是一种鲜红色针叶晶体，有安神镇静作用。问题是这些药都有一定毒性，不可随便乱用。

李时珍在《本草纲目》中还收载了东晋时炼丹家葛洪炼丹的许多材料，肯定了水银、丹砂、密陀僧、雄黄等几十种金属矿物类药材的药用价值。这些都体现了李时珍的实事求是的科学态度。

《本草纲目》对科学的贡献

明朝时的中国，已处在封建社会的后期。一方面，没落的封建势力开始对生产力的发展起着阻碍作用；另一方面，同宋元时期比起来，农业、手工业、商业和交通运输都得到了进一步发展。社会经济的发展不仅为科学的进步提供了物质基础，而且也对科学技术提出了新的要求。因此，在明朝的中后期，我国农学、数学、天文学、地理学和医药学等各门学科都取得了许多新成就。这个时期除了李时珍的医药学著作《本草纲目》以外，还出现了我国古代最优秀的科学技术论著宋应星的《天工开物》、最有影响的地理学著作《徐霞客游记》和徐光启的农学名著《农政全书》等。

《本草纲目》内容十分丰富，至今在许多学科研究中仍有重要的参考价值。《本草纲目》对科学的贡献大致可以归结为以下四个方面。

第一，李时珍在《本草纲目》中纠正了历代本草相沿的许多讹误，研究和补充了当时人民群众新发现的药物三百多种，汇集了当时民间流传的有效药方八千多个，绘制了一千多幅药物图，系统地整理、总结了当时我国医药学发展的新成就。这是《本草纲目》最主要的贡献。但是《本草纲目》一书的内容涉及面很广，李时珍对科学的贡献是多方面的，远远超出了本草学范围，所以仅从医药角度来评价还是不够的。

第二，李时珍在《本草纲目》中把收录的全部药物清楚地分成了水、火、土、金石、草、谷、菜、果、木、服器、虫、鳞、介、禽、兽、人等共一十六个部分，纠正了过去本草书中“玉、石、土混同，诸虫、鳞、介不别”的情形，创造了当时世界上最先进的药物分类法。

水部专门收载各种来源不同的水。

火部讲的是如何利用物质燃烧产生的热量或燃烧后的余烬来治病。例如，用艾燃烧产生的热来灸治疾病，用木炭灰来热熨关节等等。

土部多数是指松散的无机物质。

金石部收载金属、金属化合物和比较坚硬的无机物。

草、谷、菜、果、木五部都收录植物性的药材，它们之间按植物形态“从微至巨”的顺序排列。前三部多数为草本植物，后两部多数是木本植物。

在这五部分中又以草部收载的药材最多，共六百一十二种，占《本草纲目》全书药品数的三分之一。李时珍又将草部药材细分为许多类，其中山草类、湿草类、水草类、石草类是按植物生长环境来区分的。例如，石斛、骨碎补、石韦、佛甲草都可以生长在石头的缝隙里，所以同属石草类；海藻、海带、水萍都生长在水里，所以都收人水草类。《本草纲目》这一分类法很有科学意义。现代植物学仍十分重视植物区、植物带

的研究，并按生境、生态来进行植物分类，如旱生植物、湿生植物、沼生植物、水生植物等。李时珍讲的水草类实际上就是我们今天说的水生植物和沼生植物；湿草类就是我们今天说的生长在湿润环境中的湿生植物和不能忍受严重干旱和长期水涝的中生植物。还有芳草类、毒草类这两类是按植物是否含毒性物质和是否含芳香油区分的，芳草类部分药材就是我们所说的芳香植物。此外，还将具有相同形态特点的一些药草排列在一起，如：一些药草茎比较柔弱，攀援、缠绕在其他物体上或匍匐在地上才能生长，因此同列入蔓草类；又如半夏、魔芋、天南星的花轴都特别肥厚，而且外面都有一个焰火形苞片（佛焰苞）包裹着，所以也排列得比较靠近，这些植物同属今天所说的天南星科。

李时珍这种“析族区类”的植物分类法，是按照植物所需要的生活环境条件、形态特点和所含化学成分不同而划分的。这种分类法要比瑞典著名植物学家林耐（1707—1778）所提出的，按植物花雄蕊数目分类的方法要早一百多年。当然，李时珍的植物分类法也还缺乏完整的分类理论，而且在具体划分时不甚严格，但这种分类法毕竟比较实用，所以至今仍常被沿用。林耐的植物分类法由于太死板，实用价值不大，早已很少应用了。

服器部列人了一些可以供药用的日常用品。如麻纸、丝绵，这两种东西烧成的灰都是药物，有很好的止血作用。

“虫，鳞，介，禽，兽，终之以人”；这大致上是按药用动物由低级向高级的顺序排列的。

虫部相当今天所说的无脊椎动物；鳞部指蛇类和鱼类；介部主要包括鱼鳖类、蚌蛤类；禽部收载鸟类；兽部收载哺乳动物。这种动物分类法与今天按动物进化情况的分类法也有许多相似之处，在当时来讲也是比较先进的。

李时珍还认为猕猴与人有许多相近之处，“手足如人，亦能竖行”，甚至母猴已经“逐月有天癸（月经）”，所以将猕猴列人了哺乳类动物最高级的一类——寓怪类，确定了猿猴在动物界的地位。

兽部寓怪类之后就是人部。人体的一些附属物如毛发等也可以入药。人比猴更进化，已经脱离了动物界，所以排在最后。

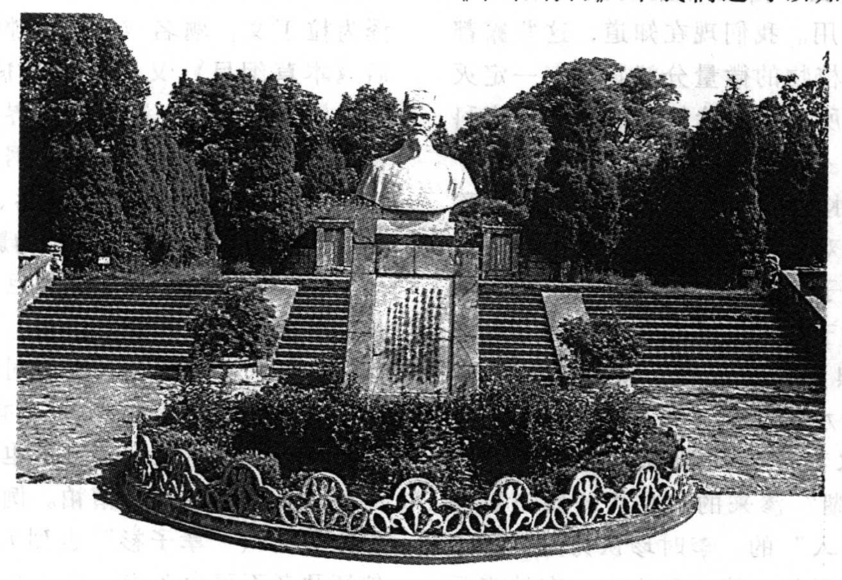
第三，《本草纲目》不仅是一部空前的本草学著作，而且在化学、矿物学等方面也有一定的贡献。

我国古代的炼丹术曾为矿物学、化学的发展积累了许多知识，但是由于炼丹术脱离了广大劳动人民的生产实践，脱离了社会的实际需要，所以不可能得到发展。而李时珍的研究是面向实际、面向人民的，所以他在化学和矿物学方面的成就远远超过了炼丹术。

《本草纲目》中共收载了矿物药材一百多种。现代矿物学十分重视矿床的分布。《本草纲目》“集解”一栏里，这方面资料很丰富，我们从中可以知道：当时金的主要产区在湖南、湖北、四川、云南；铜出在四川、两广、云南、贵州；山西出明矾；朱砂以湖南辰州的最好，所以又名辰砂；蒲州的胆矾最为上品；等等。

在药用矿物的性形、颜色、成分和真伪鉴别方面，《本草纲目》所收集的资料就更丰富了。例如金子是贵重金属，

金的纯度不同，颜色也就有差别，“七青、八黄、九紫、十赤”，只有十成的纯金才是赤色的。李时珍还采用了不少化学鉴定法。胡粉又名铅粉，是铅的一种化合物，李时珍用“胡粉得雌黄而色黑”的变化来鉴别。由于雌黄是一种硫化物，所以胡粉与雌黄接触可以生成硫化铅，硫化铅是黑色的，所以变黑。这是一种简便的快速鉴定法。矾石，其中有一种是硫酸铜，《本草纲目》引述了古来以它磨铁，铁作铜色的鉴别法。铜的化学性质不及铁活泼，所以铜块中的铜都可被铁置换成金属铜，因此用来画在铁上，会使铁变为铜的颜色。这是划线鉴定法。自然铜也常有伪品出现，那就是黄铁矿。这种矿石含硫，燃烧后发出青色的火焰，所以可用“烧之青焰如硫黄者是也”的方法来区别；这就是焰色反应。



李明珍墓前塑像

以上各种鉴定方法，当时人们对它的原理虽不清楚，可是由于我国劳动人民具有丰富的实践经验，方法早已掌握，结论也是正确的。

现代化学十分注意研究晶体。从《本草纲目》中我们还可以知道，从公元五世纪以来我国劳动人民就已经把盐类的多次结晶法用于制药生产上了。把粗制的芒硝放在锅里，用水煮化，倒入盆中，待慢慢冷却，就可以得到大块的透明结晶。这种经过重结晶的芒硝由于纯度高，所以“纵横玲珑，洞澈可爱”。

李时珍研究矿物之深入，有时使我们感到惊奇。如黑辰砂含汞较多，这样有经济价值的事情直至现代才有人指出，而《本草纲目》中早就记载了。李时珍这一发现是世界上最早的。

《本草纲目》对水质的研究也很细致、深入，他把水分成天水与地水两大类。“天水”包括雨水、雪水等。从现代化学角度来看，雨水、雪水在一定程度上可以说是一种天然的蒸馏水，杂质较少。当时由于科学不发达，还没有人造蒸馏水，但李时珍就已利用雨水、雪水等天然蒸馏水来供药用了。他认为天

水比地面的水煎药更好。露水也是一种天水。李时珍认为露水也可治病，柏树叶子上的露，菖蒲叶上的露都有“明目”的作用。我们现在知道，这些露都含有该种植物的微量分泌物，有一定灭菌作用，所以李时珍的讲法是有一定科学根据的。

“地水”包括一般地面水。李时珍深知水质对人体健康的影响。他知道山区的大脖子病（现代医学上叫甲状腺肿大）是由于那儿的溪涧水质不好（现在讲是缺碘）而引起的。就是同一种地水，由于水源不同，性质也不尽相同。例如井水有“远从地脉”来的，有从“近处江湖”渗来的，有从“城市近沟渠污水杂入”的。李时珍认为这三种水以第一种最好，第二种次之，有地表污水渗入的井水水质最差。第三种水用时须先煎滚，等杂质沉淀后才可用，“否则气味俱恶，不堪入药食茶酒也”。这与现代水质评价的观点是一致的。

第四，《本草纲目》刊行后引起了国内外的普遍重视，促进了医药学的发展。在李时珍革新思想的影响下，明清两代医学界研究本草的风气甚浓。李时珍以后的本草著作很多，其中以清乾隆年间刊印的赵学敏的《本草纲目拾遗》较为著名。该书体例与《本草纲目》大致相同，共载药九百二十一种，其中有七百一十六种是《本草纲目》未收载的新药。继《本草纲目拾遗》后，清道光末年吴其浚的《植物名实图考》也有相当的学术价值。但这些著作无论在规模和学术价值上，都远远不及《本草纲目》。

明万历三十四年（1606），《本草纲目》传入日本。清乾隆四十八年（1783）由小野兰山翻译为《本草纲目译说》，以后又介绍到朝鲜。清顺治四年（1647），有波兰人将《本草纲目》译为拉丁文，题名《中国植物志》。此后《本草纲目》又先后被译成法、德、英、俄等国文字，流传于世界。在近代自然科学发展初期，《本草纲目》的传入，对当时欧洲大陆的药物学、植物学、化学、矿物学，都起了一定的影响。

《本草纲目》的成就是巨大的，但是由于李时珍受到历史条件、当时总的科学发展水平的限制，因此对不少事物还不能作出正确的解释。《本草纲目》总的倾向是反迷信的，可是也还夹杂了一些荒诞落后的迷信糟粕。例如把“寡妇床头土”、“孝子衫”也列为药品；相信怀孕者不可食兔肉，吃了会“令子缺唇”，等等。他否定了古人关于草子变鱼的说法，却又相信烂灰为蝇、腐草为萤之类的无稽之谈。当然，这些缺点对于一部封建时代的科学著作来说，是难于避免、不足为奇的；这不过是白璧微瑕，决不能掩盖《本草纲目》在科学上的杰出贡献。

毛泽东同志指出：“在中华民族的开化史上，有素称发达的农业和手工业，有许多伟大的思想家、科学家、发明家、军事家、文学家和艺术家，有丰富的文化典籍。”李时珍就是中华民族历史上一位伟大的科学家；他的医药学巨著《本草纲目》就是闻名中外的一部文化典籍。

李时珍离开我们已经四个世纪了。解放以来，人民政府积极提倡祖国传统的医药学，有关的研究、出版单位整理和刊行了大量的中医医药学文献，《本草纲目》相继出版了影印本和排印本。

许多学者写了关于李时珍和《本草纲目》的论著。

我国医药学源远流长，它曾为中华民族的繁衍昌盛作出过重要贡献。在古代医学史上，李时珍勤奋治学的动人事迹和他对医药科学的卓越贡献，都是值得大事表彰的。李时珍把自己的一生献给了科学，人民永远纪念这位伟大的科学家。

【贾思勰】

在我国历史上有着丰富的农学遗产

我国勤劳的农民有无穷的智慧和非凡的创造力。在封建社会里，农民虽然受到极度苛酷的剥削和非常残暴的压迫，生活非常凄惨，但是，就在这样的条件下，他们在辛勤的劳动中还是有很多的创造，积累了极为丰富的宝贵的生产经验。这些创造和经验，由许多农学家加以总结，写成了许多农学著作。我国不仅在很早以前就是农业发达的国家，而且也是有最丰富的农学遗产的国家。

我国最古的诗歌总集《诗经》里，就有着很多我们祖先关于农业生产的创造和经验的记载。以后的许许多多的书籍里，关于农业生产经验的记载，更是十分丰富。西汉末年，农学家氾胜之总结了当时和以前一部分农民的生产经验，写成了一部叫作《氾胜之书》的农学专门著作。这本书的科学性在当时来说，已经达到了很高的水平。这以后，崔寔的《四民月令》等等，也都是我国农业科学的珍贵遗产。但所有这些著作，就内容的系统性和全面性来说，或是就科学水平来说，都远不如我们现在所要说到的贾思勰著的《齐民要术》这部书。

《齐民要术》是我国在六世纪的一部最完整的、最有系统的、内容最丰富的农学著作，也是世界农学史上最早的一部不朽的名著。书中闪烁着我们祖先的智慧的光辉和伟大的创造力。贾思勰能够在一千四五百年前写成这样的一部伟大的著作，主要是由于他很注重生产实践，关心人民生活，肯虚心向农民学习，同时又能够勤修苦学。贾思勰的巨大成就有力地告诉了我们，我们的祖先，在祖国的土地上长期辛勤劳动所创造的农业生产经验，是多么丰富，我们应该珍视和发扬这份光辉的遗产，使它有利于我们祖国的社会主义建设的伟大事业。

杰出的农学家贾思勰

贾思勰，北魏（386—534）末期人，他的老家在现在的山东。他出身于地主家庭，后来做过高阳郡（郡治在今河北高阳）太守。

贾思勰虽然是地主家庭出身，但他与当时一般地主子弟和读书人不同。这些人轻视劳动，并且喜欢作毫无实用的空谈，而贾思勰则十分注重生产事业，有着发展生产和富民强国的热切愿望。因此他十分重视农业生产。他认为对发展生产事业有贡献的人才是最值得尊敬



贾思勰

的。他很推崇西汉时候（前206—23年）的龚遂、召信臣，东汉时候（25—220）的王景和三国时候（220—265）的皇甫隆等人，向别人介绍他们的事迹，希望大家，特别是做官的人，向他们学习。

他说，龚遂在他作渤海（郡治在今河北沧州）太守的时候，奖励人民努力耕田养蚕，发展生产。他要那里的人民每人种一棵榆树、五十科葱、一百科薤、一畦韭菜；每家养两只大母猪，五只母鸡。有带着刀、剑之类东西的，他就叫卖了去买牛。在春季和夏季，大家必须到田里去劳动；秋冬里要评比收获积蓄的成绩，并让大家收集各种果实。由于龚遂奖励生产，当时原是生产比较落后的河北东部一带，便逐渐富裕起来，人民生活有一定程度的改善。

召信臣也是西汉时候一个注意发展生产事业的官员。他在当南阳（郡治在今河南南阳）太守的时候，常亲自下乡劝勉大家努力耕种。他又十分重视水利事业，到处考察水道和水源，领导南阳人民开辟了大大小小的渠道，造起了几十处拦水门和活动水闸，使农田有水可以灌溉。南阳的农业因而得到发展，人民生活因而也获得改善。

东汉时候治理黄河出名的王景，尤其受到贾思勰的崇敬。王景领导农民在黄河下游筑堤防水，使得当时黄河两岸居民不受水灾的痛苦。这不用说是一件有利于发展生产的巨大事业。但最使贾思勰佩服的，还是王景在当庐江（郡所在今安徽庐江）太守的时候，他把北方用铁制造的农具介绍到南方去，并在那里推广了用牛耕地的方法。这就大大增强了当地人民对自然斗争的力量，许多荒地开垦起来了，已耕的土地也比以前耕作得精细了。

贾思勰也很佩服三国时候在敦煌当过太守的皇甫隆。皇甫隆初到敦煌的时候，那里的人民还不知道用犁和耧之类的农具，因此费力大而收获少。皇甫隆向当地的农民介绍了犁、耧等等农具，改进了农业生产技术，提高了农业生产。

在封建社会里，绝大多数的官吏都贪污腐化，他们只知道搜括民脂民膏，根本不顾人民的死活，像龚遂、召信臣、王景、皇甫隆等那样注意发展生产事业，关心人民生活的人是不多的。我国农业生产事业的发达，以及先进生产技术由中原推广到边疆，由黄河流域推广到长江流域和更南的地带，这当然是广大农民的伟大智慧和辛勤劳动的结果，同时也是与这些人努力总结经验，推广进步的耕作技术分不开的。贾思勰深受他们的影响，把他们看成是自己的榜样。

贾思勰非常重视劳动生产，而卑视不参加劳动生产和不懂得劳动生产的人。他在《齐民要术》的序文里引经据典地说：一个农民不耕种，可以使一些人饥饿；一个妇女不纺织，可以使一些人挨寒受冻。又说：人生要勤恳劳动，勤恳地劳动就可以不至于穷困。当然，由于时代和阶级的限制，贾思勰在当时不可能看出人民的饥饿和贫困是由于封建地主阶级的剥削，但是他主张勤劳生产这一点是很对的。对于像孔子那样在封建社会被尊为圣人的人，他也指出不懂得生产劳动是孔子的一个缺憾。他说：当孔子的学生樊迟向孔子请求学习耕田的时候，孔子因为没有亲身经验，便回答说：我知道的不如老农。这就是说，像孔子那样有智慧和聪明的人，学问也有

不到家的地方，也有一些事情是不会做的。因此，他要求人们要善于学习生产实践方面的知识。贾思勰特别强调生产实践的重要意义。他说，哪怕你有禹和汤那样聪明，但是还不如老老实实地参加实际生产的人高明。他讥笑那些只有书本知识，没有实际生产知识的人说：四肢不勤，五谷不分，那不能算是有学问的。他从年青的时候起，就养成了注重实践、谦逊谨慎和踏踏实实的作风，他的治学态度是非常严谨的。

贾思勰既然是具有这样的品德的人，他做高阳太守的时候，自然和骑在人民头上作威作福的贪官污吏完全不同。他关心人民的生活，注意发展生产事业，同情人民的痛苦。他下定决心一定要作一个“好官”。他说：圣人不以自己的名位不高为可耻，只是忧虑人民的贫困，奖励生产就可以使人民摆脱穷困。他除了奖励生产以外，还亲身参加劳动。当时，黄河流域的人民，常常把养羊作为副业，贾思勰也在家里养了一些羊。他以自己的实际经验来帮助农民改善养羊的方法。《齐民要术》里介绍的怎样使羊吃得又饱又好，怎样使羊不受冻，怎样使羊长得肥壮，和剪取羊毛等等方法，大部分都是贾思勰由亲身体验中得来的。贾思勰为了提醒养羊的人注意贮藏饲料，还用自己在养羊中的一段失败的教训来作为说服材料。有一年他养了二百头羊，因为没有注意贮藏足够的饲料，结果许多羊在冬天饿死了；熬过了冬天的羊，也因为没有吃饱吃好，大都半死不活，并且满身长了癣疮。

贾思勰很接近农民群众，常跟他们谈论生产上的事情。他虚心地向农民请教，尤其是注意向老农学习生产上的经验和知识。那时候，在黄河流域居住着汉人、氐人、羌人、羯人、鲜卑人和匈奴人。各族人民在生产中相互学习，相互交流生产经验。经过他们长期的辛勤劳动，北方遭受战争严重破坏的经济逐渐恢复和发展起来，各族人民在耕种、畜牧、种植树木方面都积累了非常丰富的经验。贾思勰很看重这些经验，把它看作是保证人民生活的重要方法，他下决心要把这些经验总结起来，传播出去，以发展祖国的农业生产，这样，他就下定决心，写成了这本《齐民要术》。

《齐民要术》和它的内容

贾思勰为什么把自己写成的这一部书叫做《齐民要术》呢？“齐民”这个词儿，用现代语言翻译出来，就是“平民”或“人民”的意思，“要术”就是谋生的主要方法。“齐民要书”四字合起来的意思，就是“人民群众谋生的主要方法”。



《齐民要术》书影

《齐民要术》的材料，是从各方面得来的。贾思勰大量引用了古书上有关农业方面的材料。他引用《诗经》上的材料就有三十条，其中有些记载着公元前十世纪到六世纪的生产经验。有的古书早就散失了，幸亏《齐民要术》大量引用，才保存了一些下来。上面提到的农学家氾胜之的《氾胜之书》就是这

样。现在我国科学家研究这部杰作，就把《齐民要术》中所引用的文字，作为很重要的参考材料。《齐民要术》引用的古书，多到一百五六十种，可见贾思勰对古代的农学遗产的继承是花费了很大的劳动的。

贾思勰除了引用古书上记载的农学知识，加以消化，并且融会贯通以外，还花费了很大的功夫和力气，来整理和总结前代书籍上没有记载过的宝贵生产经验。这主要就是他很注意采集民间的歌谣和谚语，从这里面寻求有用的农业知识。例如在种麻方面，《齐民要术》里有着“夏至后，不没狗”这样一句谣谚。这句谣谚的意思就是说，过了夏至种的麻，连狗那样高也长不到，所以种麻一定要在夏至以前。用非常简单的语言，道出了农民的宝贵经验。贾思勰注意搜集民间谣谚，正是由于他懂得有关于农业的谣谚是农民宝贵生产经验的结晶。

贾思勰知道，要总结和整理农业知识和技术，单靠搜集古书上的材料和民间谣谚还不够。因此，他还访问了许多有经验的老农，向他们请教，吸取了许许多多的实际生产知识。不但如此，贾思勰还用自己亲身的实际观察和生产实践，来检验古书上记载的和当时农民的生产经验。

由此可见，《齐民要术》中的话，每字每句都不是随便写下来的，而是有来历、有根据，经过实践检验过的。这就是《齐民要术》所以成为我国农业科学发展史上不朽著作的原因。贾思勰的这种总结前人和当时农民的生产经验、注意生产实践、虚心求教的实事求是的态度，是后代学者们的模范，是值得发扬的。

《齐民要术》这本书篇幅虽然不很多，内容却十分丰富。全书九十二篇，分成十卷。第一卷和第二卷记载着农作物的耕种和谷类粮食作物、纤维作物和油料作物的栽培方法，第三卷是关于蔬菜的栽培方法，第四卷和第五卷是叙述木本植物、果树、林木和染料作物的种植方法，第六卷里是讲畜牧和养鱼的技术，第七、八、九卷是关于食品的加工制造和保存的方法，以及家庭手工业等，第十卷是关于北朝统治地区以外出产的农作物。有人说《齐民要术》这部书集我们祖先从西周到北魏的生产知识的大成，这种说法一点也不过分。

《齐民要术》这本书说明，早在一千四五百年前，我国农业生产技术已经达到了当时世界的最先进的水平。

《齐民要术》不仅总结了当时以及以前汉族人民的生产知识和技术，也记录下了各兄弟民族宝贵的生产经验，以及各族人民间生产经验互相交流的情况。例如有关养马、喂羊和制造乳酪的方法，就是兄弟民族的宝贵经验，而作物栽培的知识和技术，则是由汉族人民传给各兄弟民族的。这说明祖国大家庭里各族人民是如何融合在一起的，也说明了各族人民在祖国生产事业的发展中，都发挥了很大的作用。

不误农时，因地种植

贾思勰在《齐民要术》里总结了我们祖先哪些重要的生产经验呢？

首先，贾思勰指出：农作物的栽培和管理，必须按照不同的季节、气候和不同的土壤特点来进行；也就是要不误农时，因地种植。这是贯穿在《齐民要术》中的一条根本原则。他说：顺随天

时，估量地利，可以少用人力而得到较大的成功，要是根据人的主观办事，违反自然法则，只会多花费劳力而很少收获。换句话说，就是既要根据客观条件和法则，又要善于利用客观条件和法则。

贾思勰指出各种农作物的栽培都有一定的时候，他把最适宜的季节叫作“上时”，其次的叫作“中时”，不适宜的季节叫作“下时”，并且告诉大家不要错过适宜的栽培季节“上时”。他又指出，种植各种作物的土壤条件，也各不相同。在《齐民要术》里，贾思勰还根据实际经验说明，同一种作物不仅在不同的土壤上使用种子的分量不能相同，并且同一农作物在上时、中时、下时下种，用种子的分量也有差别。这些原则，都是合乎科学的。

关于土壤条件对农作物的影响，贾思勰在《齐民要术》里有许多很有意义的记载。他说：并州（治所在今山西太原西南）没有大蒜，都得向朝歌（治所在今河南淇县）去取蒜种；但是种了一年以后，原来的大蒜变成了百子蒜（即蒜瓣很小很小的蒜）。并州芜菁的根，像碗口那么大，就是从别的地方取来种子，种下一年，也会变大。在并州，蒜瓣变小，芜菁的根变大，是土壤条件造成的结果。这说明栽种农作物必须注意自然条件。

贾思勰用农民的生产经验和他自己亲身的实践证明，农作物的“本性”并不是不能改变的。他拿四川的花椒移植到山东的情况做例子，说明花椒本性不耐寒，生在向阳地方的，冬天要用草包裹起来，不然就会冻死；但生在比较向阴地方的，因为从小就经受寒冷，获得了耐寒冷的习性，冬天就可以不必包裹。这就是说，植物的本性在不同的环境下是可以改变的。从这里，可见我们祖先早就从生产实践中知道了植物遗传和环境的关系，也知道除了要重视自然条件以外，还可以“驯化”农作物。

精耕细作和保墒、抢墒

在耕作方面，贾思勰很注重精耕细作。上面提到的西汉农学家氾胜之就主张地要耕得深、锄得细，下种后要注意浇水施肥，要锄去杂草等等。贾思勰接受了氾胜之的思想，并且总结了当时农民的实际经验，加以发展，更明确更详细地说明应该如何进行精耕细作。

贾思勰在《齐民要术》里说：地一定要耕得早，耕得早，一遍抵得上三遍，耕迟了，五遍抵不上一遍。他又说：耕地要深，行道要窄。也许有人要问，耕得太窄不是就会耕得慢么？是的，行道窄，自然要慢一些。但是，如果行道耕得太宽了，就会耕得不均匀，深一处，浅一处；而且耕牛因为用力太多，也容易疲乏。

贾思勰为什么这样重视深耕呢？原来农民的经验告诉他，植物和人一样，人要长得健壮，就得吃好吃饱，营养丰富，耕得深，庄稼的根就能扎到很深的地里去，吸取较多的养料和水分。这样庄稼就不怕干旱，能长得又肥又壮。

贾思勰又根据农民的经验指出：耕完地以后，就要立即把土锄细和耙平，经过几次锄、耙，才好开始播种，当绿油油的谷苗长出田垅以后，还要反复地锄地。这不是为了把地里的杂草锄去，而是要使土壤松匀，土壤锄得越疏松均匀，农作物就越容易吸取土壤中的养分。所以，《齐民要术》里说：切不要看到地里没有了杂草就停止锄地，要反复不

停地把土壤锄松锄细，锄的遍数越多，结出来的子粒就越是饱满肥大，等谷苗长到约一尺高以后，还要用一种名叫锋的古农具去松土。可见我们祖先很早就十分注意深耕细作了。

一千四五百年前，我们的祖先已经很注意水的供给来增加农业生产。黄河流域在当时是干旱地区，因此，怎样防旱、保墒实在是一个十分重要的问题。我们祖先在保泽保墒方面也积累了丰富的经验。远在西汉时候，我们祖先已经很注意水利灌溉，用河水或井水来灌溉田地，使农作物得到充足的水分。到了南北朝（420—589）的时候，我们祖先更加积累了许多保泽保墒的经验，这也在《齐民要术》里记载了下来。上面提到耕完地以后，就立即要把地耙平，为的就是保持地里的水分，这就是保墒。

《齐民要术》里也记载了我们祖先的“冬灌”的经验。这就是把雪紧紧地耙在地里，或把雪积成大堆，推到栽下种子的坑里去。这是为了防止大风把雪刮走，使地里有充足的水分。这样，春天长出来的庄稼就会特别旺盛。

《齐民要术》里还要大家注意抢墒。农谚说，“早种一日，就能早收十天”。这就说明抢墒的重要。黄河流域在春末夏初播种的季节里，雨量很少，经验告诉我们的祖先，必须趁雨播种。《齐民要术》总结当时的经验说，谷物的播种，最好是在下雨之后。雨小，如果不趁地湿下种，苗便得不到充足的水分，就不容易长得健壮。但是，遇到雨大就不能这样做，因为雨太大，地太湿，杂草就会很快地长起来。同时，谷物也不适宜在过湿的土地上生长。这就要在地发白后再下种。从这些地方可以看出我们的祖先是很善于和自然作斗争的，他们并不是机械地搬用经验。这样保墒保泽的经验，即使在今天来说，也是很宝贵的。

选种和浸种催芽

只要参加过农业生产的人，都知道选择优良品种的重要意义。远在西汉时候，我们祖先就很注意选种和保藏种子，并且积累了宝贵的选种、藏种的经验。谷物成熟的时候，要把粒大穗大的摘下留作种子。摘下来的种子要挂在高燥通风的地方，吹得很干很干，然后藏在竹器或瓦罐里面。最好和上一些干艾，防止种子生虫。到南北朝的时候，选种和藏种的经验更加丰富了。《齐民要术》里告诉我们：如果不选种，不但庄稼长不好，种子还容易混杂。种子混杂了，就会给生产带来很多麻烦，不但出苗会迟早不齐，谷物成熟的时期也不一样。在舂碾粮食时，有的还没有熟，有的舂碾过度，不但难得均匀，回收率也会减少，煮起来也会夹生不熟，很不好吃。

关于选种的方法，《齐民要术》里说，不论是粟、黍、秫、粱，都要把长得好的、颜色十分纯洁的割下来，挂在通风干燥的地方。到第二年的春天打下来，单独种在留种地里，准备作下一年的种子用。留种地要耕作得特别精细，要多加肥料，要常常锄地，锄的遍数越多，结的子粒就越结实，才不会有空壳。种子收回来后，要先整理，并且要埋藏在地窖里，这才可以防止种子混杂的麻烦。

在收取瓜种方面，《齐民要术》记载了一个非常宝贵的经验。它说：瓜种要拣取“本母子”瓜里的种子。所谓“本母子”瓜，就是最早结出来的瓜，

它里边的种子，出苗早，结瓜也早。但并不是“本母子”瓜里的全部瓜子都是好种子。《齐民要术》里说，要截去瓜的两头，拣取中间部分的种子。因为中间部分的瓜子要比两头的大，在它的子叶里贮藏的营养料比其他瓜子多。因此，这种瓜子长的瓜秧比较旺盛，结的瓜也好。现在，我国农民留瓜种，一般是留取早辈瓜子，在北方某些地区，拣取瓜种有时仍参考《齐民要术》里所记载的办法。

《齐民要术》里也记载着浸种催芽的方法。当时虽然还不懂得用盐水浸种，但已经知道用水浸种了。《齐民要术》里说，在播种前二十天，就应该用水淘洗种子，去掉浮在上面的秕子，晒干后再下种。也有让水稻浸到芽长二分，旱稻浸种到芽刚刚吐出时，再播种的。

施肥和轮作、套作

我们的祖先从长期的生产实践中懂得，要想获得好的收成，除了深耕细作、保墒、选种以外，还得注意施肥和轮作，使农作物有充足的养料。氾胜之是很注意肥料的作用的，他在《氾胜之书》里介绍了一种丰产的经验，叫做“区田法”。他说，区田法可以使庄稼获得足够的肥料，不一定好地才能获得高产。到南北朝时，我们的祖先不仅重视使用粪肥，而且积累了使用绿肥的经验。《齐民要术》里说，秋天的时候，要是耕种长着茅草的土地，最好让牛羊先去践踏，然后进行深翻。这样，草被踏死了，深翻后埋在地里可以作肥料。在没有茅草的地里，秋耕时也要把地里的杂草埋到地里去，第二年的春天草再长出来时，要再把它埋到地里去。这样，经过耕埋青草的土地，就像施了粪肥的土地一样肥沃，长出的庄稼就会又肥又壮。

《齐民要术》里还记载着我们祖先栽培豆科作物作为绿肥的经验。书里说，用过豆科作物做绿肥的地里，如果种上谷子，每亩可以收到很大的产量。《齐民要术》里也提到用围墙和城墙的土作肥料的办法。直到现在，这些办法对我国农村的积肥造肥，也还是很有用处的。

早在西汉时候，我们的祖先就提出过用休耕和代田法来恢复土壤的肥力。代田法是用犁在田里犁出一条一条宽一尺深一尺的甽，犁出来的土堆在两甽的中间，成了一条一条高起的垅，垅也是一尺宽。谷物的种子撒在甽里，在谷苗生长的过程里，逐渐把垅上的土和草培在苗根上，等到夏天，垅上的土培完了，谷物的根就扎得很深，既耐风又耐旱。到庄稼收获以后，再把原来是垅的地方犁成甽。第二年就在新犁的甽里种东西。这种耕作方法可以使一部分土地得到休闲，地力容易恢复，产量因而也高。到了北魏的时候，我们祖先又进一步创造了轮作的方法。他们懂得土壤里含有各种各样的养分，而每种作物都各有几种特别需要的养分，因此，如果只种一种作物，就会使土壤中的养分供给发生缺陷的现象。实行轮作，种植的农作物常常更换，就可以避免这种现象，因而也就提高了土地的利用率。《齐民要术》里详细地讨论了轮作的方法。它说：有的农作物连栽不如轮作，麻连栽就容易发生病害，降低麻的品质。接着又讨论了哪一种作物的“底”最好是什么。什么是“底”呢？就是我们所说的“上茬”。书里说：谷物的“底”最好是豆类，大豆的“底”最好是谷物，小豆的“底”最好是麦子，瓜的“底”最好是

小豆，葱的“底”最好是绿豆。可见我们祖先当时对轮作已有比较深刻的认识。这种用轮作发挥地力和培养地力的方法，现在仍旧是值得我们重视的。

贾思勰还在《齐民要术》里总结了我们祖先实行套作制的经验，认为这对于提高土地利用率大有好处。他说，葱里可以套种胡荽，麻里可以套种芜菁等等。这个套种法是我们祖先在耕种技术上的创造。

果树栽培

《齐民要术》也总结了我们祖先在栽培果树方面的宝贵经验。

贾思勰说，果树的种类很多，有的耐寒，有的欢喜润湿，有的在冬天结实，有的要在风和日暖的时候才开花结果。各种果树的特点既然各不相同，栽培的声法也不能一样，不能以适合一种果树的方法死搬硬套地应用到别的果树上去。例如李树、林檎树用播种移栽的方法，最好是扦插；梨树则用嫁接的方法最为适宜等等。

在果树的蕃植方面，《齐民要术》里列举了培育实生苗、扦插和嫁接三种方法。

贾思勰根据农民的经验，指出培育实生苗首先要注意留下味最好的和最肥大的果实作为种子。他认为这是一个根本原则。

在这以外，他还提出了几种极有意义的方法。关于桃树，他说：桃子熟的时候，连果肉一起埋到粪地里，到第二年春天再把它移到种植的地上去，这样桃树的成熟早，三年便可以结果，因此不必用插条来扦插。要是不把种子放在粪地里，植株不会茂盛；如果就让桃树留在粪地里生长，果实不会大而且味苦。

关于栗树，他说：栗子刚成熟，剥出壳以后，立即埋在屋内的湿土里面，并且一定要埋得深，不要让它受冻；剥出来留了二天以上，见过风和太阳的，就不会发芽。

《齐民要术》也很重视用扦插的方法来蕃植果树，认为这个方法可以使果树提前结实。他说：李树性坚，长得慢，要五年才结实，所以要用扦插。扦插的李树，三年便可结李子。

扦插可以使果树提早结实是很有道理的。因为用来扦插的树枝，一般是由靠近地面的老枝上剪下来的，它已经有一定的年龄了。如果已有二岁的年龄，那末扦插以后再过三年，便是五岁，正好是开始结实的时候了。

贾思勰在《齐民要术》里很细致地总结了嫁接果树的方法。以梨树为例，他说，嫁接法可以使梨树结实早，而且梨肉细密。嫁接梨树最好用棠树或杜树作砧木。砧木要拣粗壮一些的，嫁接最好在梨树刚刚发芽的当儿，至迟不能迟到快要开花的时候。

嫁接时首先要注意防止砧木发生破裂，所以最好在树桩上先缠十几道麻绳，再用锯子在离地五六寸的地方截去它的上部。为了避免受大风的吹刮，桩不能太高；但高一些也并不是没有好处，因为桩高，梨树就可以长得快一些。所以桩留得高的，最好四周用土或别的东西围起来，以免因大风而发生破裂。

其次，嫁接的树枝要注意在向阳的一面剪取，因为向阳一面的树枝能够结较多的果实。

再次，插枝的时候要让梨枝斜面的木质部和砧木的木质部接上，皮和砧木的皮连在一起。嫁接了以后要用丝棉把

树桩裹严，并且在上面封上熟泥。最好再用土掩盖起来，只让梨枝刚露出一点尖。此外，还必须经常浇水，使土地经常保持润湿。

《齐民要术》里讲到扦插和嫁接可以使果树提前结实，这就说明我们祖先在一千四五百年前，在生产实践中，对果树发育阶段的理论，已经有了认识。

贾思勰也很注意防止果树遭受霜冻的损害。他总结当时的实际经验，认为雨后初晴的秋夜，常常会出现霜冻。这时候就要在果树园里堆起杂草，点起火来熏，要使全园都有烟气。这个防止霜冻的方法是合乎科学道理的。

牲畜饲养

在畜牧业方面，贾思勰也总结了许多有很高科学价值的经验。我国很早就开始饲养马、牛、羊等牲畜，但古书里关于饲养方面的经验的记载却不多。这主要是因为黄河和长江流域的人民，很早便以耕种为主，因而偏重于总结农耕方面的经验。到南北朝的时候，北方的兄弟民族把他们丰富的牧马、牧羊等经验，带到了中原地区来了，这就大大丰富了中原人民在这方面的知识。

贾思勰根据当时人们的实际经验，在《齐民要术》里指出，畜养动物首先应该重视选种，要选择最好的母畜来做种畜，不能随随便便让不好的母畜繁殖后代。这说明我们的祖先很早就注意牲畜的遗传性。

除此以外，《齐民要术》还很重视牲畜怀胎的环境，以及小牲畜出生后的环境对它们的影响。他说：最好把腊月和正月里的羊羔留作种畜，十一月和二月的便次了一等。不是这几个月里生的羊羔，毛不润泽顺直，骨架也小。因为八、九、十月里生的羊羔，母羊在生它们的时候虽然很肥，但到冬天便没有奶了，这时候青草已经没有，小羊如何能够养育得好呢？三、四月里生的羊羔，这时候虽然有青草，但小羊还不会吃，并且气候转热，母羊的奶也比较热，他们只能吃母羊的热奶，所以不好。五、六、七月份，羊羔热，母羊也热，热上加热，所以更坏。十一月至二月里生的羊羔，因为母羊早已长肥了，有足够的奶可以供给小羊，到母羊奶完的时候，青草已经生出，所以很好。

其次，贾思勰告诉我们要注意对肉用牲畜的阉割和掐尾。在一千四五百年前，我们祖先虽然还不知道为什么截去尾尖，猪就会长得特别肥大的道理，但当时已经发现了这个奇妙而有趣的方法了。《齐民要术》里说，肉用的小猪，生下来第三天就要掐去尾尖，满六十天再犍（阉割）；并且说，犍猪如果不掐去尾巴尖，不但容易得破伤风，而且会长得前大后小，只有掐去尾尖的猪，才会长得骨细肉多。现在已证明这是十分科学的。这又一次有力地说明，劳动人民在生产实践中所积累下来的经验是最宝贵的。

在牲畜的饲养法方面，贾思勰在《齐民要术》里总结了很多丰富的经验。关于养马，贾思勰指出：马饿时可以喂给比较坏的饲料，饱时再给好的，这样马可以吃得多，因而也可以肥壮。饲料要铡得细，粗了马吃了不会肥壮。给马喂水也有一定的规则。俗话说："早起骑谷，日中间骑水。"就是说早上马饮水要少，中午可以让马多饮一点；到了晚上，因为要过夜，要让它尽量饮水。每次饮水之后，要让马小跑一阵，出汗

消水。

《齐民要术》里也记载了几十个医治马病的方法。如发现马“中谷”（消化不良），就用麦芽三升和在马草里喂马。如果发现马“中水”（鼻脓症），就把食盐放进马鼻里去。这都是我们祖先由实践中得出来的很有效的方法。

关于放牧羊群，《齐民要术》里有许多有趣的记载，而特别着重于冬天藏草喂羊的方法。它说，冬天喂羊的方法最好是在地势高爽的地方，用树棒竖插起圆形的栅栏。在栅栏里堆积干草，任羊在栅栏外走动，不断地抽草吃。这样，羊到来年春天，就长得又肥又壮。否则，就是把一千车草扔给十只羊吃，结果是大部分草被踩在地上给糟踏掉了，羊还是吃不饱。

大家知道，牧羊除了肉食以外，更重要的是剪取羊毛。《齐民要术》里总结了剪取羊毛的经验说，从三月到八月间，剪完羊毛后，要把羊好好洗刷干净。这才可以使以后长出来的羊毛又白又洁。但是，八月半以后剪毛，就千万别再给羊洗澡了。因为这时节气已经过了白露，



印有贾思勰的邮票

早晨和晚上的寒气容易把羊冻坏。剪毛在什么时候妥当，要根据各个地方不同的条件来决定。在黄河流域，八月间必须剪一次羊毛。如果不剪，毛长得粘连起来，这种羊毛就不能织毡子，就会造成很大的损失。长城以外或沙漠地区的羊，因为八月以后天气渐渐冷起来了，就不宜剪毛，免得冻死。

随着畜牧业的发展，中原一带也就普遍制造乳酪，贾思勰在《齐民要术》里介绍了“作酪”、“作干酪”、“作漉酪”、“作马酪酵”和打酥油等方法。这些方法西晋以前在中原地区并不普遍，由于后来和北方各族人民的大融合，这些方法才传到中原地区来。

农村副业

我们祖先不仅在农业、林业和畜牧业方面取得很大的成就，而且在农村副业方面也积累了丰富的经验。我们知道，我国是世界上养蚕最早的国家。相传在四、五千年前，我们的祖先就发明了养蚕缫丝和织帛的方法。栽桑养蚕后来就成为黄河流域农民们的主要副业，他们积累了丰富的养蚕经验。到公元五世纪的时候，我们祖先更发现了用低温可以延迟蚕卵孵化的窍门。具体的方法是把蚕卵低放在长颈的瓦坛里，盖好坛口，再把它放在冷水里面，这样可以延迟蚕卵孵化的时期达二十天左右。在当时生产设备和科学技术很差的情况下，我国劳动人民竟能够发现这样巧妙可行的方法，这充分说明了我国劳动人民勇于创造和具有高度的智慧。到北魏时候，我们祖先的养蚕缫丝的经验更加丰富了。《齐民要术》总结当时的经验指出，养蚕的屋子里要温度适宜。太冷蚕长得慢，太热就枯焦干燥。因此，养蚕的房屋，

冬天四角都得生火炉，屋子的冷热这样才会均匀。在喂蚕的时候要把窗户打开，蚕见到阳光吃桑叶就多，也就长得快。这时候用柘树叶养蚕也开始了，我们祖先也知道了柘丝质量很好，拿来作胡琴等乐器的弦，比一般的丝还强，发出来的声音非常响亮。在《齐民要术》里记载的柘蚕取丝的方法，可能是我国关于这方面的最早的文字记载。

我们的祖先也很注意用植物性染料把衣料染成各种颜色。例如《齐民要术》里就记载了提取红蓝花中所含的色素作染料的方法。在采集来的鲜花里加上从蒺藜或草灰里取得的碱汁，揉捣以后，滤出浓汁来，再往里面放些酸石榴汁或酸饭浆水调匀，就成了鲜红的染料。《齐民要术》里还说到保存这种染料的方法：把花汁倒入一个小布袋里，滤去里面的清水，趁里面留的染料半干半湿的时候，捻成一片一片的小块，再在阳光里晒干。这样，非但保存方便，就是放的时间长一些也不会败坏。

这种制造染料的办法看来似乎很简单，但我们如果想到当时因为没有化学工业，没有强酸浓碱，我们祖先竟能想出了用酸饭浆来代替强有机酸，用草灰水来代替碱质的办法，要是没有很高的才智和丰富的实际经验是不可能的。

在《齐民要术》里，我们也可以知道北魏时候，我们祖先已经有了非常丰富的使用“皂素”的经验。在没有肥皂以前，人们是用草灰、蒺藜灰的汁水，或是用豆科植物种子，如皂荚等来洗衣服的。书里说，白绸的衣服用灰汁洗过几次就坏了，不但颜色会变黄，而且衣服的质地也会变脆。最好是用小豆粉末洗白绸衣服，小豆粉不但可以把衣服洗得非常洁白，洗过的衣服还非常柔软。《齐民要术》中的这个记载，是人类利用“皂素”最早的记载之一。

我们的祖先在酿造方面也取得很大的成就。贾思勰在《齐民要术》里记载了酿酒、造醋、作酱、制豆豉、作鲊等等方法。

结语

上面所介绍的，只是《齐民要术》内容的极少部分，但我们已经初步知道，在一千四五百年前，我国农业科学已经达到很高的水平，贾思勰的《齐民要术》是一部有很高科学价值的著作。这本书里生动地叙述了科学和生产的关系，有力地证明了“科学来自实践”是一个颠扑不破的真理，全书还贯串着“科学必须为生产服务”的精神。

贾思勰的《齐民要术》一书对以后的农业科学的发展有很大影响，他给以后的农学家树立了一个榜样。《齐民要术》以后，我国四种规模最大的农学著作，即元朝司农司编《农桑辑要》、王祯的《农书》，明朝徐光启的《农政全书》和清朝“敕修”的《授时通考》，没有一种不拿《齐民要术》做范本的。就是规模比较小的许多农学著作，如陈敷的《农书》、鲁明善的《农桑衣食撮要》，也都受《齐民要术》的影响。

贾思勰总结了我国古代劳动人民在农业上的许多伟大成就，保存了这样丰富的农学遗产，的确是值得我们尊敬和纪念的。我们应该好好地接受祖先遗留下来的科学成就，学习他在科学上实事求是的精神，献身于伟大的社会主义建设事业，为创造我国科学上更伟大的成就而努力！

【沈括】

沈括的生平和他的政治生涯

(一) 政治上的建树



沈括

沈括（1031—1095）是钱塘（今浙江杭州）人，字存中。父亲叫沈周，一生都在各地作官。母亲许氏，很有文学修养。沈括和他的哥哥沈披在童年时代都从母亲那里受到良好的启蒙教育。沈括从小就随着在外作官的父亲到过不少地方。十岁以后，因为沈周做泉州（今福建泉州）州官，沈括便随父亲在福建住了多年。后来他在《梦溪笔谈》中所记的一些最早的见闻，就是他在这一时期耳闻目睹的事情。

沈括在二十一岁的时候，父亲去世。宋朝政府因为他的父亲生前作官很有功劳，所以当他守满了三年父丧以后，按照当时的制度，任命他为沭阳（今江苏沭阳）县主簿。他一生的政治生涯，便从此开始。县主簿是当时县长的助手，职位虽低，但是沈括却在任内积极发挥了自己的才能，替地方办了一些好事，尤其是在兴修水利方面很有成绩。当时沭阳县境内的沭水因年久失修，河道淤塞，不能充分引水灌溉，以至许多田地都荒废了。沈括到任后，便把沭水加以修浚，开辟了一百条灌溉渠，修筑了九条堤堰，因而使七千多顷田地都变成了上等良田，使当地的农业生产得到发展。

沈括在三十三岁那年（1063）考中进士。以后便参加昭文馆编校书籍的工作，同时研究天文和算术。他这时虽然不是行政官吏，但是对于国家大事和民间疾苦仍然非常关心，总想为国家和人民作些有益的事情。下面所举的便是一个例子。按照宋朝的制度，皇帝每三年要举行一次祭祀天地的“郊祭”典礼。每一次郊祭，事先都要大兴土木，设立祭坛，坛下要围上巨大的帐布，还要在城外方圆数里之内广植树木，建造园林，布置许多彩绘、雕刻等装饰品。效祭的仪式也非常繁琐。这一切都要浪费人力、物力和财力，加重了劳动人民的负担。沈括看到这种情形，就对郊祭礼制的沿革作了一番研究，著成《南郊式》一书，共一百一十卷，对郊祭的仪式作了修改和简化，建议朝廷采用。当时正是宋神宗（1068—1085年在位）任用王安石做宰相，准备实行变法，改革政治的时候。所以沈括这一改革郊祭仪式的建议得被采纳。由于采用了新的仪式，每次祭典都节省下来很多的钱，这样就减轻了人民的一些负担。因为沈括这一项建议受到宋神宗的重视，同时也因为他长于天文、历法和算术，于是被提升为太史令兼管司天监，掌管图书资料和天文历法的工作。

当时充当司天监的官吏，都是一些坐食俸禄的人，并没有天文，历学方面的真正知识。沈括到任以后，就着手加

以整顿，他把一个平民出身的著名历算家卫朴荐入司天监，参加改革历法的工作。沈括又制造了浑仪（又名浑天仪，是我国古代观测天文的主要仪器）、景表（表示太阳影子的仪器）、五壶浮漏（五个水箱合成的测时器）等仪器。获得很大的成绩。

不久，淮南一带发生水灾，沈括被派去调查灾情，赈济灾民。他到淮南后，一面把常平仓储备的粮食发给灾民，一面采取积极措施疏通沟渠，治理被水淹没的田地，恢复生产。由于他的认真努力，使灾情得到一定程度的减轻。

这一年沈括被提升为集贤阁校理，校勘经籍。不久又升任太常丞（管礼乐的副长官）。这时，他的职位比过去更高了，但是他并没有满足于个人的高官厚禄，脱离社会实际生活，而是更加关心民间疾苦和政府各项措施的利弊得失。他经常根据他的观察所得，向宋神宗提出有利于国计民生的建议。例如，当时宋朝政府曾打算采取两项很不合理而且损害人民利益的措施：一件是为了防御北方境内的辽、夏两个少数民族政权的进攻，派人登记民间所用的运输车辆，以便在战时征调来作为兵车使用；另一件是政府主管盐专卖的机构为了禁止四川的私盐贩卖，预备把四川境内私人所有的盐井全部填塞，而由政府把解池（今山西运城境内）所产的池盐运往四川，供给川民食用。这两项措施如果实行，将使人民的生产和生活遭到很大困难，所以当时弄得人心不安，而政府里面也是议论纷纭，不能作出最后决定。一天，宋神宗在同沈括谈话的时候，提到登记民间车辆这件事，并征求他的意见。沈括先问宋神宗说：“请问征集车辆，准备干什么？”宋神宗回答道：“现在北方的威胁没有解除，而北方民族多以骑兵制胜，我们非用车战不足以抵挡，所以政府想征用民间的车辆，加强防卫。”沈括听了，便向宋神宗解释说：“使用车战来抵御骑兵的进攻是有利的，历代都是如此。但是过去所用的兵车非常轻便灵活，速度又快，而现在民间所用的载运货物的车辆，形式笨重，用牛挽车，一天走不到三十里，而且一遇到雨雪便不能使用。所以这种车辆称为‘太平车’，只可以用于平时，用它来作战会有什么用处呢？”宋神宗听了他的解释，认为很有道理，并且说：“这一个问题大家争论很久，可是对于这一个显而易见的事实却没有一个人谈到过。我一定要重新考虑。”接着他又提起川盐的问题，问沈括应该怎么办。沈括说：“本来盐是应该由国家专卖的，如果各地所产私盐都能够彻底禁断，完全由国家专卖，当然是好的。不过应该考虑到在忠州（今四川忠县）、戎州（今四川宜宾）、泸州（今四川泸州）一带少数民族地区，小盐井特别多，如果一下全部禁止生产，将会影响到当地人民的生活；同时，既然要严禁私盐，就不得不增加许多关卡，这样一来不但骚扰百姓，而且国家也要增加很多开支，其结果恐怕得不偿失。”宋神宗很同意沈括这种看法。第二天便下令同时停止施行这两项措施，从而避免了对民间的骚扰。

此外，还可以举出下面一个事例：1074 年（宋神宗熙宁七年），当时沈括做河北西路察访使（察访案件的使臣），兼判军器监（管理兵器制造的官）的时候，宋朝政府为了防御北方民族的侵袭，下令征用京城附近的民间马匹。这一措

施不仅给人民造成沉重的负担，同时也是不切实际的。沈括就向政府提出建议，大意说："北方产马，所以北方各族人民多善于骑战，这正和中原武士善于用强弓射击一样。现在我们如果舍弃自己所擅长的军事技能，而勉强使用自己所不熟习的骑兵战术，怎么能够取得胜利呢?"他主张改进武器，以"射远入坚"为标准，制造射程远、杀伤力强的强弓利箭，并严格训练士兵，提高射击技术，以便随时应战取胜。他还重新详定"九军阵法"（九个军团合成的阵式），并且编著了一部《修城法条约》。他一共提出了三十多项关于改良武器和改进战术的办法，建议政府采用。

（二）出使契丹

北宋时期，我国北方境内契丹族建立的辽政权时常侵扰中原。1075 年 3 月，辽派遣使臣萧禧到宋朝来，要求重新划定疆界，实际上是想借此要挟宋朝，侵占中原土地。萧禧非常蛮横，声言不达到目的决不回去。宋神宗先派韩缜同他谈判，双方争执不下，形成僵局。宋朝政府不得已，改派沈括代替韩缜继续进行谈判。沈括先到枢密院查阅了档案，了解到过去双方曾经议定疆界的情况。萧禧坚持要求以黄嵬山（在今山西原平县西南七十里）为界，这就比以前议定的疆界线向南面伸延了三十多里。这种要求，显然是无理的。沈括马上把他所了解到的情况向宋神宗报告，宋神宗听了非常高兴地说："别的大臣谁也不去追寻当时议界的本末，如果不是沈括，几乎误了大事。"于是就命沈括拿着过去议定疆界时所绘的地图向萧禧据理力争。萧禧自知理屈，推说自己不能作主，要求宋朝派使臣到辽去，继续谈判。宋神宗认为沈括很有外交才能，便把这个任务交给他。当时辽对宋的领土虎视眈眈，志在必得。沈括在这种形势之下出使，不仅任务非常重要，而且也是相当危险的。宋神宗对沈括的胆力和才能虽然是信赖的，但是也总还有些替他担心。沈括临行之前，宋神宗问他："如果敌人威胁你，你打算怎么办?"沈括毫不迟疑地回答道："我决定以死力争，决不使宋朝的土地受到损失。"沈括在出使之前，为了作好充分准备，搜集了几十件有关划界的档案资料，让随从人员预先一一熟读，默记在心。当他到达以后，同辽相杨益戒举行了谈判。不论杨益戒提出什么问题，沈括都叫随从立即根据事实加以答辩和驳斥，把杨益戒弄得哑口无言。杨益戒老羞成怒，竟然用威胁的口吻对沈括说："为了几里土地，你们就要同我们断绝友好关系吗?"他以为在他的威胁恐吓下，沈括不敢再坚持下去，一定会让步的。沈括却毫不动摇，义正词严的回答道："现在的问题并不是宋朝要同北朝（指辽）断绝友好关系，而是北朝不顾信义，威胁宋朝。一旦双方发生战争，宋朝理直，北朝理曲；那时候失理的恐怕不见得是宋朝!"沈括同辽相先后举行了六次谈判，每次谈判，辽方都聚集了一千多人旁听，但是没有一个人能够驳倒沈括。最后，辽因为要挟失败，而又不敢轻易发动战争，只得让步。沈括胜利而回。沈括这次出使，不但没有让辽达到侵占宋朝土地的目的，而且也使辽知道宋朝朝中有人，不敢再像从前那样轻视宋朝了。

沈括在出使契丹的时候，还在沿途随时注意观察北方的地理形势。回朝以后，便根据他的观察所得，制成了一幅

《使契丹图抄》，把辽的山川道路和风俗人情记录下来，送给政府参考。

（三）防御西夏

沈括不但是一个有才智、有胆识的外交家，同时也是一个出色的军事统帅。公元1080年（宋神宗元丰三年），沈括任延州（今陕西延安一带）州官，不久又转任鄜延路（今陕西延安一带）经略安抚使，担任这个地区军队的指挥官。陕西是宋朝西北方面同西夏相邻的要地。沈括到延州上任后，即积极整顿军事，防备西夏的侵扰。他为了充实地方武装力量，鼓励当地青年练习骑射，凡是成绩好的，他都亲自斟酒慰劳。当地许多青年人在他的激励之下，踊跃地参加军事锻炼，经过一年多的训练以后，都掌握了一定的军事知识和作战技术。沈括在他们中间选拔了一千多名成绩优异的人编入正式军队，从而加强了宋朝西北方面的防御实力。

当时驻在各地方的军队分为卫兵和镇兵两部分。卫兵是从中央政府派去的，因此比较受到重视，经常得到政府的赏赐奖励。而镇兵却因为是长期驻守地方的，不能和卫兵享受同等待遇。沈括觉得这种不公平的待遇会直接影响到镇兵的战斗情绪，削弱地方上的防卫力量。因此，他便不避嫌疑，大胆地用朝廷的名义拿出很多钱赏赐镇兵，事后才向朝廷报告。宋神宗接到这个报告后，认为政府原来颁行的赏赐办法是错误的，如果不是沈括相机变通办理，一定会影响军心士气，所以不但不责备沈括，还特别允许他以后凡是来不及请示朝廷的事情，都可以按情况和需要自行处理。

沈括非常重视军队的纪律，对于犯了军令的人决不姑息。有一次，宋朝政府派到西北前线去的一支军队开到五原（今内蒙古自治区五原附近）时遇到大雪，粮饷一时接济不上。带兵官刘归仁竟擅自率领士卒二万多人向南撤回，结果队伍溃散，秩序大乱，当地居民非常恐慌。沈括得到消息，便到延州郊外亲自阻止士兵继续南溃，并加以安置。不到十天，溃兵便全部回到了队伍。沈适把军队整顿以后，就把带兵官刘归仁问罪斩首。沈括这一铁面无私的坚决处置，对于整肃军纪发生了很大的效果。

1081年（元丰四年），西夏统治者发动了进攻宋朝的战争。沈括率领鄜延路的军队迎敌。由于他到任以后一年多的积极整顿和充分准备，军队的战斗力大为加强，结果在圁上（今陕西境内无定河）大败西夏军队七万人，获得全胜。在战争中，沈括曾亲自作了凯歌数十曲，让士兵们齐声合唱，以激励士气。

（四）新法的积极拥护者和参加者

沈括除了作出如前所述的种种建树之外，还是当时变法运动的积极拥护者和参加者。当时宋朝政府内以王安石为首的一派官僚，为了缓和地主阶级和农民的阶级矛盾，巩固宋朝的封建统治，在政治上和经济上实行了一些改革，主要是设法减轻一些人民的沉重负担和苦役，以利于发展生产。这种改革，在客观上对人民有一定好处，所以是进步的。由于变法运动直接损害了大地主的特权和利益，因此就遭到代表大地主利益的一帮守旧派官僚的猛烈攻击，斗争非常尖锐。沈括在这一斗争中，坚定地站在进步派一边，拥护新法，始终不变，并且亲自参加了许多变法工作。

首先，他在王安石支持之下，作了不少改革旧制的工作。除了如前所举的

关于“郊祭”仪式的改革之外，他为了使政府节约开支，减轻人民负担，还制订了限制各级官员日常副食品数量的规定，以及颁布各种命令的办法等等新规定。这说明沈括在新法制订过程中是起了一定作用的。

1073年（熙宁六年），王安石向宋神宗推荐沈括到两浙路（今浙江全省和江苏东南部）调查农田、水利、差役等情况和新法实行后的效果，并且对宋神宗说：“沈括出身在农村，很熟习农村的情形，他能够判断利害，考虑问题很谨慎，很周密，一定能够很好地完成任务。”从这里可以看出，王安石对沈括是很了解很信任的。1074年，沈括和变法运动的重要人物章惇同领军器监，掌管兵器制造的工作。他们奉皇帝的命令讨论兵车制度，规定了兵车的式样、大小和每一个零件的尺寸，交给军器作坊制成新式的兵车。以上这些事实都说明沈括是变法运动中的一个相当重要的人物。

在王安石当权的时候，一般依附权势的人都争先恐后，要当王安石的学生，把投靠王安石当作光荣的事情。但是一到王安石被守旧派攻击下台以后，这些人便马上否认同王安石的关系，甚至有的还攻击诋毁王安石。而沈括对王安石始终保持着深厚的友谊，对新法也始终表示支持。王安石被免去宰相的职务以后，曾有人问沈括：“自从免役法实行以后，批评、指责很多，一直到今天还是如此。究竟免役法对老百姓有利还是有害呢?”沈括毫不犹疑地回答道：“说免役法不好的，不过是那些豪门权贵和富人。他们本来就不负担力役，所以他们的话是不足为凭的。至于穷苦的老百姓，自从实行免役法以后，他们的力役负担大大减轻了，怎么能说这个办法不好呢?”

后来，沈括在写《梦溪笔谈》的时候，由于环境恶劣，他虽然极力避免评论当时政治的得失和当代人物的功过是非，但是在几处提到王安石的地方，字里行间，都流露出对王安石诚挚的敬意和亲切的怀念。从这里可以看出他们之间的友谊是有着共同的政治思想基础的。

1081年沈括率领鄜延路军队在圁上大败西夏军以后，次年九月，西夏统治者又以三十万大军围攻宋朝西北要塞永乐城（今陕西米脂）。同时，以八万大军袭击绥德（今陕西绥德）。沈括当时手下只有一万多士兵。因为他奉命力保绥德，所以不可能分兵去解救永乐之围。结果，永乐失陷，宋军二万三千多人全部覆没。永乐的陷落，沈括本无责任。但因这时王安石已经罢相，守旧派就借此机会攻击沈括，给他加上一个“抗敌不力”、“处理失当”的罪名，降职为均州（今湖北均县）团练使（武官名）。

沈括到了五十八岁的那年（1088），便到润州（今江苏镇江）隐居，称他的住所为“梦溪园”。从此以后，他没有再参加政治活动，而以全部精力来从事写作。他的著名著作《梦溪笔谈》便是这个时期写成的。他在润州隐居了八年，1095年病逝，年六十五岁。

关于《梦溪笔谈》

沈括对自然科学的研究非常专心。由于他的辛勤努力，刻苦钻研，终于在这一方面获得了辉煌的成就。

沈括是一个知识广博的学者。他在自然科学、历史、文学、艺术、政治、军事各方面的著作，见于记载的共有数

十种之多。可惜这些著作后来绝大部分都失传了。幸而在他晚年的几年隐居生活中，写成一部《梦溪笔谈》（以下简称《笔谈》）。他的这部有名的著作，一直完整地流传到现在。它不仅为我们介绍了我国古代劳动人民在科学技术方面的成就，保存了丰富的极有价值的资料；同时也使我们了解到这位杰出的学者在科学上的贡献和认真不苟的研究态度。

《笔谈》共二十六卷，另有《补笔谈》三卷，《续笔谈》一卷，共六百零九条。涉及的方面非常广泛，内容极其丰富。下面分别就自然科学、科学史、历史和考古学以及文学、艺术这几个主要部分略加介绍。

（一）沈括在自然科学方面的贡献

（1）天文、历法和算学

沈括在自然科学方面成就最大的首推天文、历法和算学。

在天文方面，据《笔谈》记载，他曾连续用了三个月的时间，每天夜间用“窥管”（是“浑仪”的一个重要组成部分）观测北极星的位置。他把初夜、中夜、后夜所看到的北极星的方位分别画在图上，一共画了二百多幅图。经过精心研究，最后他得出了当时北极星同北极的距离为三度多的科学结论。

早在东汉末年，我国伟大的天文学家张衡就曾对月亮的发光和盈亏原理作出了科学的说明。沈括在《笔谈》中更进一步发展了前人的学说。他认为：月亮好像一个银制的弹丸，本身是不会发光的，只是由于太阳的照射，它才反射出光来。月初（阴历）的时候人见太阳在月亮的旁边，月光生于月亮的一侧，所以看起来好像钩形。到了月中，太阳距月亮的角度渐大，日光斜照着月亮，月光就渐渐显得圆满。如果我们把一粒弹丸涂上一半白粉，再从侧面看去，有粉的地方看起来就象钩形；从正面看去，便是正圆形。他的这种解释在当时可以说是最接近科学原理的一种解释，而且用弹丸来做比喻，也使人非常容易理解。

沈括对于虹和大气的折射现象也有正确的解释。他认为虹的位置同太阳的位置是相对的，所以傍晚时的虹便出现在东方。他引用了当时另一位科学家孙彦先关于“虹是日光照着雨点而发生的”的论点，来解释虹是大气的折射现象。这种解释基本上是符合科学原理的。

沈括还发现，当太阳的光线通过大气到达地面时，在大气中发生折射作用，从而得出结论说：人们在地面上所观察到的太阳方向同太阳本身的实际位置是不一致的，人们所观察到的太阳高度要比太阳本身的实际高度大。沈括这一发现，在当时实在是一件了不起的创见。

在历法方面，沈括主张实行阳历，就是不以月亮的朔望定月，而是根据节气定月，取消闰月，也就是把一年分为十二个月，大月三十一天，小月三十天。实行这种历法，就可以避免计算和安排


古迂陳氏家藏夢溪筆談卷

沈括名扬天下的《梦溪笔谈》书影



沈括勤奋著书

闰月的麻烦，同时节气也会更准确。这是一种很科学、很进步的历法，当时如能采用，对农业生产是有很大便利的。但是由于保守派的反对，他的新历法不仅没有被采用，还引起了一阵恶毒的攻击。沈括并没有因此而动摇自己的科学见解。他坚决相信：他的这种历法，以后是一定要被采用的。

沈括的新历法当时虽然没有实行，但是在他的援引和帮助之下，当时一位平民出身的历算家卫朴得以进入司天监，担任改革旧历法的工作。经过五年的努力，卫朴完成了一部比前代历法更为精密准确的《奉元历》。这部《奉元历》曾在宋朝颁行了十九年。

在数学方面，沈括发展了《九章算术》（我国古代一部数学著作，汇集了汉朝以前的数学知识）以来的等差级数，创造了新的高级等差级数求总和的算法——“隙级术”。“隙级术”的推算方法，是把许多同样的物体（如棋子、弹丸、缸、瓦盆等）摆成长方形，层层堆积起来，并且从上而下，每层在长、阔方面各增一个。这样，只要知道顶层和底层的长和阔，以及堆积的层数，就可以求出物体的总和数。

另外，沈括还发明了“会圆术”，就是从已知的圆的直径和弓形的高度来求弓形底和弓形弧的方法。

沈括的这两种算法都是在我国数学史上的重要贡献。

（2）地理学和地质学

沈括在地理学和地质学方面也有很大的成就。前面曾经提到，他在出使契丹回来以后，曾绘制一部《使契丹图抄》。他还用面糊调木屑和熔蜡制成地平模型。后来更进一步用木料制成立体模型地图。这种模型地图相当于现代的地形模型。宋神宗和一些大臣们看到以后，认为很有用处，就下令各边境地区，都按照这种方法把各地山川险要制成模型，送到朝廷集中保管，以备有事时应用。

沈括绘制地图，应用比例尺的办法来表明地图上的实际距离。他在地图上把一百里缩成二寸，绘成一部“天下郡县图”，同时又把全国郡县的位置用文字详细准确地记录下来。这样，即使地图遗失了，还可以根据记录重新绘制。沈括所用的这种绘图方法是很科学的。我们现在用的一般地图，除了测量地形用的仪器比以前更精确和利用经纬线以外，基本原理和沈括所用的并没有什么不同。

沈括在地质学上也有同样正确的认识和精辟的见解。例如他在《笔谈》上说到，浙江的雁荡山山峰峭拔险怪，上耸千尺，但都包在山谷之间，从岭外远望，一无所见，必须深入谷内，才能看到。他经过细心的观察和研究，得出结论说，雁荡山的这种特殊形状是由水的浸蚀作用造成的。他又由此联想到耸立在陕西黄土高原上的那种高达百尺以上

的土峰，也认为是由于同一原因形成的，所不同的不过是一是黄土一是岩石罢了。

有一次，他因公事到河北路经过太行山，发现山崖的许多石壁上有很多螺蚌壳和鹅卵石。因此他就推想到这一带在太古时代一定是海岸。他的这种推想，是符合科学原理的。证实了河流的冲积作用和海陆变迁之间的因果关系。

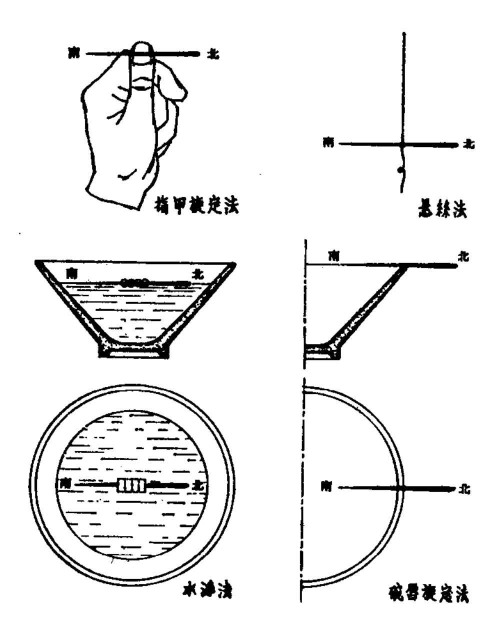
沈括在延州的时候，曾在数十尺深的地下发现了一种很像竹子的化石。他同时又注意到在当时的气候条件下，延州是不会产竹子的。因此他根据这一情况推想到古代延州地方的气候可能比当时温暖而湿润。虽然他所见到的化石实际上并不是竹子而是一种古代的蕨类植物——芦木，但他能从一块化石上面发现古今植物生长条件的差异，从而进一步推想到古今气候的不同。由此可见，他对自然现象的观察和研究是多么细致认真。

关于地形和地面的高度对植物生长的影响，沈括也有正确的认识。例如他曾经观察到，同样一种植物，生长在平地上三月开花，而生长在深山里就要到四月才开花。他还引用了白居易写的"人间四月芳菲尽，山寺桃花始盛开"这句诗来说明这个问题。同时他还了解到江南和北方桃李开花的时间也先后不同。根据这种观察，他认为不同的地区、不同的地形和不同的气候对植物生长是有很大影响的。这种解释也是合乎科学原理的。

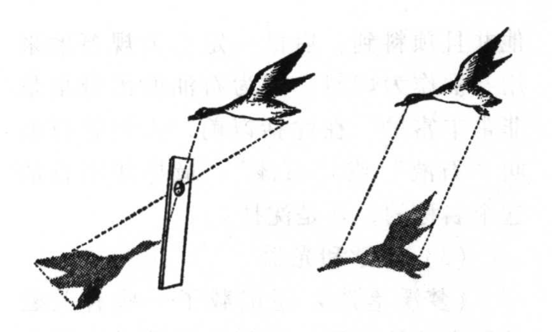
沈括还发现延州一带有石油矿。石油点燃后发烟很浓，用石油烟制成的墨，墨色和光泽要较一般用松烟制成的墨好得多。因此他曾大量地用石油烟来制墨。他并且预料到，后世一定会大规模地采用石油作为燃料，因为石油的蕴藏量是非常丰富的。在沈括以前，人们管石油叫"石液"或"石漆"，最早使用石油这个名称的，乃是沈括。

（3）磁学和光学

《梦溪笔谈》还记载了一些有关磁学和光学的知识。我国古代劳动人民在很早的时候就发现了磁石和它的指极性，并利用来做指示南北的工具。汉朝的"司南"是用天然磁石琢成的一个勺形体，勺底是球面体，放在铜制的地盘上，可以灵活地转动。但这种"司南"只适于在陆地上使用，不适用于航海。沈括除了用磁石磨制钢针，制成了人造磁性指南针之外，还在《笔谈》中介绍了自己所发明的支挂指南针的四种不同的方法：第一种是浮在水面上；第二种是搁在指甲上；第三种搁置在碗边上；第四种用丝悬挂着。四种方法以悬丝法最为完善，最适宜于在动荡不定的海船上使



沈括所作支挂指南针的四种试验



右边的鸟在空中飞，影子移动的方向和鸟飞的方向是一致的。假如光线照到左边的鸟身上，再穿过窗子小孔，鸟和影子的方向就相反

用。他还发现指南针所指的方向不是正南而稍微偏东的现象，这就是现代物理学所称的"磁偏角"。

在光学方面，沈括也有重要发现。当他看见凹面镜映入的物体呈现倒影的现象后，他便进行以下的反复试验；用手指对准镜面，镜面上映出的是正像；但是当他把手指向后移到焦点上的时候，镜面上的影像就看不见了；然后他再把手指离开焦点逐渐向外移开，镜面上便出现了倒像。他又进一步从天空飞鸟的影子移动的方向发现了类似的现象：飞鸟映在地面上的影子，本来是朝着飞鸟飞行的方向移动的，如果把窗子穿一小孔，光线射到鸟身上，再穿过小孔，照在室内壁上的鸟影移动的方向同鸟飞的方向正好相反。他还发现，楼塔的影子经过窗上小孔透入室内也呈现出倒影。他还用凹面镜做过向日取火的实验。沈括通过这些实验最后得出了光线通过小孔同焦点形成"光束"的光学原理。

（4）医学和药学

沈括对于医学、药学、生物学，特别是药用植物学也很有研究。

在医学方面，他批判了以前医书上关于人体解剖学方面的错误。古人由于缺乏解剖学知识，误认为人有三喉，即食道、气管、水喉，并且认为食物经过食道便进入腹腔，因而有的药品吃下去便会粘着在肝和肺上。沈括在《笔谈》中指出了这种说法的错误。他说："人只有咽（食道）和喉（气管），食物经过食道先到胃里，然后再到小肠、大肠。所以药品绝不会粘着在五脏上。"这个道理在今天看来，只不过是一个普通的常识问题，但在当时医学上却不能不算是科学的见解。

沈括还深通医理药性，对于我国生药很有研究。在《笔谈》和《补笔谈》中就有两卷是专门谈药品的。他指出了我国古代药典中的许多错误，并把许多重要药用植物的名称、形态、功能重新加以订正，使患者不致因用药的错误而贻误治疗甚至丧失生命。他在这方面的贡献是很有价值的。

（二）沈括在科学技术史方面的贡献

《笔谈》中还保存了许多有价值的科学史资料。最主要的是关于活字板印刷术、水利和建筑方面的记述。

沈括在《笔谈》中对北宋平民毕昇发明的活字印刷术有详细的介绍。毕昇在庆历年间（1041—1048）创造了活字板印刷术。根据《笔谈》的记载：方法是先用胶泥刻字，每字为一印，放在火里烧得很坚固，然后用一块铁板，上面涂上一层蜡质，再把一个铁范放在铁板上，铁范里排满胶泥制成的活字。活字排满一版，就放在火上烘烤一下，使蜡稍微熔化变软，然后用一平板压在活字印上，等蜡凝固后，字印全部平如磨刀石一般，即可以进行印刷。印时，可用两块铁板轮流排板。采用这种方法，如只印两三份，并不算省事；但如印千百

份，便显得非常神速了。《笔谈》这一段记载，是我们今天对于毕昇的活字板印刷术的设备和使用情况所能得到的惟一详尽的资料。我们今天还能够这样清楚地了解到一千多年前这一伟大发明的情形和具体操作方法，这不能不归功于沈括。

在水利和建筑方面，沈括对于前代或当代劳动人民的成就是非常重视的，在《笔谈》里有许多关于这方面的记载，下面举两个例子：

北宋庆历年间，黄河在商胡（今河南濮阳东）决口，由三司度支副使（管理财政的副长官）郭申锡率领河工抢修，河堤虽已大部修复，但不能合龙。当时有一位名叫高超的工人认为所以不能合龙的主要原因是因龙门堤身太长。他建议把堤分成三节，先下第一节到底，然后再压第二、第三节。他的这项极有创造性的建议，当时却遭到一些工人和督导官的反对。后来郭申锡因河堤始终无法合龙受到降官处分。最后还是采用了高超的方法，才使河堤合龙。

北宋初年有一位技术非常高明的建筑师喻皓，曾总结了木构建筑工程的经验，著成《木经》三卷。这部重要的古典技术著作，由于在封建社会中劳动人民的劳动成果得不到应有的重视，久已失传。幸而沈括在《笔谈》中对它作了扼要的介绍，才使这位古代建筑家能够在我国古代建筑史上留下了他的名字。

（三）历史学和考古学

沈括在《笔谈》中还记录了一些重要历史事件的真实情况，特别是对于公元993年四川王小波、李顺所领导的农民起义有一段比较详细的记述。他在这一段记载中以生动、凝练的文字记下了起义军的进步政策和严明的纪律。他写道："李顺初起义的时候，召集下乡里中所有的富人、地主，命令他们交出所有的财物和粮食，除一部分留给他们作生活费以外，其余的全部用来救济贫穷的人。对于有才能的人加以录用，对于善良的人加以保护。起义军纪律严明，所到的地方，秋毫无犯。当时四川灾荒很严重，十天之内，参加起义军的就有几万人。凡是起义军经过的地方，老百姓自动开城请起义军进去，以解救他们的痛苦。起义军檄文所到的地方，敌军纷纷瓦解。后来起义军失败了，人民还非常怀念李顺。李顺隐藏在民间三十多年，没有被统治者发现……"。从这一段文字中，我们可以看出，沈括本身虽然是封建统治阶级中的人物，但是他对于农民起义的记载还是比较真实的。封建王朝编修的历史书上，都说李顺失败后即被逮捕杀害；在其他一些私人著作中也从未见到关于李顺事迹的正确记载。只有沈括揭露了这一事实的真相。

沈括同时又是一个金石、考古学家。他在《笔谈》第十九卷对于他所收集到或见到的古器文物作了详细的记述。特别值得提到的，是关于我国古代著名文物"透光鉴"的记载和说明。"透光鉴"的制作是我国古代劳动人民利用物理学原理创造的一种特殊的制镜技术，有极高的技术水平和艺术水平。据《笔谈》所记，镜用铜铸成，背面有凸起的花纹和文字，正面是磨光的。用镜面对着日光，镜背上的花纹能够清楚地反射在墙壁上。对于这一个现象，沈括还作了比较科学的解释。他说："铸镜时，在冷却的过程中，薄的地方（没有花纹的地方）先冷，厚的地方（有凸起花纹的地

方）后冷。先冷的地方和后冷的地方，铜的密度不同，因此反射光的能力也不一样。所以磨光的镜面可以把花纹反射到墙壁上。”

此外，他在《笔谈》中对于许多出土文物的时代、形状、文字、花纹及古代的服装、度量衡制度等，都加以详细的考证。他在这方面所付出的劳绩，对于宋朝新兴起来的考古学的发展，起了很大的推动作用。

（四）文学、音乐和美术

沈括长于诗词，著有《沈存中诗话》一书，可惜已经失传了。《笔谈》这部书不但叙事明确，逻辑性很强，而且文字生动、简练、优美，富有文学色彩。因此，虽然他的其他文艺作品都已失传，我们也还可以从《笔谈》这部书中看出他在文学方面造诣之深。

沈括对于音乐和美术都有很深的爱好。《笔谈》卷五专论音乐，卷十七专论书画。他对古代音乐理论、乐器的制作和使用方法以及少数民族的音乐都有精心的研究，而且还会作曲。他曾写过《乐论》、《乐器论》、《三乐谱》、《乐律》等四部著作，但是这些著作也都失传了。

他又是一个很好的艺术批评家。他曾指出，当时有一派画家所画的山上亭馆、楼塔、屋檐等等，看起来好像都是以从下向上仰视的角度所画出来的形象，从整个画面来说，这种角度是不对的。因为观画的人并不是置身在画境之中而是站在画面之外，不是仰视而是平视，有如观看盆景中的假山一样。他认为如果从下而上仰视的角度来看，只会看见一重山或一幢房屋。因此，前面说的那种画法显然是不对的。他又记载了五代时画家董源和巨然（一个和尚的名字）的画法。他说他们多画江南山水，这种画的特点是要在远处看而不要在近处看，近看时几乎看不出画的是什么，远看的时候，就会看出画面上的景物美妙逼真，使看画人发生一种身临其境的感觉。

沈括在学术上所以能取得如此高的成就，是和他的研究态度、研究方法分不开的。他在进行科研工作时重视实践，不单纯依靠理论，不迷信前人，对于劳动人民的生产经验很重视，他经常虚心地向劳动人民请教，即使是一点一滴的知识他都非常诚恳地去学习。这样，他才能把人民长期积累下来的劳动成果，总结概括成为科学的理论。

以上所举的一些例子，只不过是《笔谈》一书的简单轮廓。《笔谈》广泛地包罗了各方面的知识，但最主要的是关于自然科学方面的研究成果的记录。有人把《笔谈》这部书称作中国科学史上的“座标”，它确是能够当之而无愧的。

《笔谈》不只是沈括个人一生辛勤研究的结晶，也是我国劳动人民千百年来积累下来的科学经验的总结。它无疑是祖国文化宝库中的一颗明珠，至今还闪烁着灿烂的光辉。我们珍视这颗宝珠，同时也深深怀念着把它留给我们的古代杰出科学家沈括。但是《笔谈》并不是丝毫没有缺点的。由于时代的限制，这部书也同古代其他许多笔记一类的书籍一样，用了相当的篇幅记载了许多迷信荒诞的故事。不过以《笔谈》的巨大成就相比较，它的缺点还是瑕不掩瑜的。

【王祯】

王祯的生平

王祯是我国元朝时候一位著名的农学家。他是山东东平人。关于记载王祯生平活动的史料很少，因此我们对他的生卒年月以及经历都不十分清楚。根据史书记载，仅仅知道他做过两任县官，元成宗元贞元年（1295），任旌德县（今安徽省境内）的县尹（县长），在职六年。后来在元成宗大德四年（1300）调任永丰县（今江西省境内）县尹，做了多久，没有记载。

王祯是个比较正直的官员，他在县尹任内，为老百姓办过一些好事。据《旌德县志》记载，他在六年的县尹任内，一直过着极为俭朴的生活，从来没有搜括过民财。他捐出自己的薪俸，办学校，修桥梁，办理很多公共事业。此外还兼施医药，救济穷苦有病的人。他的这些行为受到当地人民群众的称赞。

王祯在县尹任内，经常鼓励人民种好庄稼。他在《农书》里，对那些只知道鱼肉老百姓不认真办事的地方官进行了揭露。他说，这些人尽做坏事，妨害农时，并且无限制地盘剥人民，自己尽情享乐；他们下乡劝农（鼓励农民努力生产），也是预先通知各社各乡，约集聚会，要老百姓为他们供应差役；有的地方官还乘机敲诈，谎报劝农的功劳。王祯对这些人异常痛恨，他愤怒地斥责这些人："名为爱民，其实是害民。"

王祯很想做一个能为国家办事的好官，因此在他的《农书》里，对古代兴修水利、劝助农桑的地方官，如汉代颍川太守黄霸、渤海太守龚遂等人是极为推崇的。史书上称这些人为"循吏"，意思就是奉公守法的"好官"。《史记》、《汉书》都有《循吏传》。王祯认为地方官应当学习这些循吏的榜样。

王祯认为，一个地方官，应该熟悉农业生产的知识。如果地方官自己对于农事没有知识，那他又怎么能够担负起劝导农桑的责任呢？因此，他平常很留心农事，随时随地留心观察，积累了丰富的农业知识，终于写成了有名的《王祯农书》。

《农书》大约是王祯在旌德县任内着手编写的，先后经过好几年，直到调任永丰县尹后才编写成。1313年，王祯又为这本书写了一篇自序，大约距成书时间已有十年。

《农书》内容丰富，涉及的范围很广，不仅仅限于旌德、永丰两县地域之内。王祯在这本书里，还把南北农业的异同得失做了分析比较，提出了自己的见解。

元朝时候，除《王祯农书》以外，还留下《农桑辑要》和《农桑撮要》两部著名的农书。在这一历史时期里，能够先后产生这样几部农业科学著作，不是偶然的。首先是由于我们勤劳的祖先，在世世代代的长期生产实践中，积累了丰富的农业生产经验。远在公元前五世纪的战国时代，我国的农业生产技术就开始了精耕细作。从战国到元朝初年又经历了一千七百多年。在这一漫长的时期中，农业生产的技术又不断提高，生产的经验更加丰富，农业生产也有了更大的发展。

元朝在统一中国的过程中，封建统治者逐渐看到农业生产有利于封建剥削。元世祖忽必烈在位的时候，开始采取了

一些发展农业生产的措施，设置了劝农官，建立了专管农桑水利的机构司农司，因而对农书的编写发生一些推动作用。但是这些农书的能够编好，主要应当归功于农民所掌握的生产技术，其次是这些农书的作者较好地总结农民经验的辛勤劳动。

王祯不仅是我国古代著名的农学家，而且也是一位发明家。我们知道，我国在唐朝就开始采用雕版印书，但是雕刻木板是一件异常费事的工作。为了改进印书技术，在十一世纪的时候，杰出的发明家毕昇曾经发明了胶泥活字排印法。但是这一方法并未得到广泛的运用，所以宋、元时代的书籍，大部分还是用雕版印刷。王祯在编写《农书》的时候，很想让自己的书早日出版，因此就创造了木活字。

木活字排印法的程序是这样的：先在木板上面刻上字，然后就用细齿的小锯，把刻了字的木板一块块地锯开，再用锐利的小刀修理成大小一样异常整齐的四方形木活字，常用字往往还要多做几个。木活字做好以后，把它们分别排列在两个叫做韵轮和杂字轮的轮架上。韵轮就是按音韵的次序排列；杂字轮是排列一般的常用杂字和“之”、“乎”、“者”、“也”等作为语助词用的字。检字的人坐在两个轮架的中间，只要转动韵轮或杂字轮，就可以拣取到他所需要的字，以字就人，极为方便。木活字检齐以后，就可以排版刷印了。一板印完以后，仍把木活字拆散，还原到轮架上去，以备下次使用。

王祯这套为数三万多字的木活字，刻制了两年才完成。刻成后，就在大德二年（1298），试印他主编的《旌德县志》。全书六万多字，不到一个月就印成一百部，比雕版印书的时间缩短了很多。

此外，他还设计和绘制了许多生产工具的图样。例如他在江西看到有一种茶磨，就根据同样的原理，设计绘制成“水转连磨”图。水转连磨是利用水力发动的机械。这种机械性能很好，每具可以灌溉农田一百亩；如果用来砻稻碾米，可以供给一千户人家的食用。另外他还绘成“水轮三事”图。水轮三事也是一种用水力发动的机械，一个大水轮可以同时用来磨面、砻稻、碾米。

东汉时，南阳太守杜诗发明了水排，就是用水力鼓动排橐风箱，铸造农具。但是由于时间相距太久，水排久已失传。王祯就多方搜访，终于弄清了水排的构造原理，并在原来的基础上稍加变更，绘出图来。

在他的《农书》里，还有着许多各式各样的工具图谱。这些，都充分显示了他杰出的创造才能。

王祯还是一位诗人。清代顾嗣立编辑的《元诗选》中，就收入了他的诗，称为《农务集》。总之，王祯是一个多才多艺的人，但他主要的成就还是在农学方面。下面就把《农书》的主要内容及其特点略加介绍。

《王祯农书》的内容概要及其特点

王祯编写的《农书》，通称《王祯农书》。因为古农书中还有南宋陈旉的《农书》，明末沈氏的《农书》，用这样的通称便于区别。《王祯农书》是我国古农书中最有名的几部农学著作之一。

《王祯农书》共有三十六卷，分为三个部分——卷一至卷六是《农桑通诀》，卷七至卷二十六是《农器图谱》，

卷二十七至卷三十六是《谷谱》。《王祯农书》有几种不同的本子，除上面谈到的三十六卷本以外，还有一种二十二卷本。在后一种里，把《谷谱》十卷并成四卷，《农器图谱》二十卷并成十二卷，所以这种本子也是完整的，并不残缺。

全书约计十三万六千多字，插图二百八十一幅。

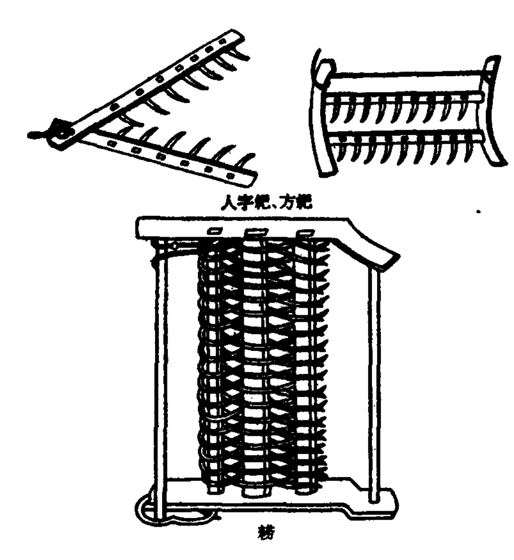
《王祯农书》有两个非常突出的特点。首先是对农业作了比较全面而有系统的论述。在《农桑通诀》中，总论农业上一系列的问题，并随时注意各问题之间的相互关系。在这以前，后魏贾思勰著的具有农业全书性质的《齐民要术》一书，虽然也谈到不少问题，但涉及的地区仅限于黄河中下游一带，而且主要是分别叙述各项生产技术，没有系统地总论其中所包含的问题和原理。南宋的《陈旉农书》，开始对栽培总论和农业经营作了比较完整的系统性的讨论，但作者是从农业经营者的立场出发，探讨的范围较狭，而且地区仅限于江浙一带。《王祯农书》是第一部兼论南北，企图从全国范围内对整个农业作系统性的讨论，并把南北农业技术及农具的异同、功能，进行分析比较的农书。

在问题的提出和表达方法上，《王祯农书》也力图做到简明概括和全面。例如在《农桑通诀》的《授时篇》里，王祯绘制了“授时指掌活法之图”，对历法和农时问题作了简明的小结。在《地利篇》里，他对全国风土和农产，根据自己所了解的情况绘制了“全国农业图”（可惜此图现已失传）。这两个图可以帮助读者对这些问题作比较全面的了解。又如在《灌溉篇》里，王祯指出我国的自然条件很好，如果能够很好地注意兴修农田水利，就可以防止和战胜水旱灾害，使得“国有余粮，民有余利”。在《农器图谱》的《灌溉门》里，他还谈到水的综合利用问题，主张把灌溉、航运、水力和水产结合起来。

《王祯农书》除总论性质的《农桑通诀》外，再配上各论性质的《谷谱》，有总论，有各论，系统分明。《谷谱》的各论，有些像《齐民要术》的各论，但比《齐民要术》的分类更明晰，体例也比较整齐；而且《谷谱》的各论，几乎对每一种作物的性状，都作了说明，这在古农书中也是创举。此外它又结合《农器图谱》，对农具作了分类。这样就使得这部书的内容更加全面，体例更加完整。

《王祯农书》的另一特点是《农器图谱》的创作。《农器图谱》约占全书篇幅的五分之四，插图二百多幅，其中还有比较复杂的机械图形。我们可以通过这些工具的形状，进一步了解其构造。每幅图都附有文字说明，清楚地介绍了各种农具的来源、构造和用法。在《农器图谱》里，几乎罗列了作者所能够看到的和农业有关的一切工具和零件。在它以前，论述农具的书，有唐代陆龟蒙的《耒耜经》，但是其中所介绍的农具，除犁以外，只兼及有限的几种农具，而且没有图。南宋曾之谨的《农器谱》（已失传）中所收农具的种类，也不及《王祯农书》多，也没有图。在它以后，明代的《农政全书》和清代的《授时通考》，虽有农具图，但一般都是抄自《王祯农书》，不是自己的创作。可以说，《王祯农书》的《农器图谱》是我国古农书中对农具记载得最完备的。

当然，《王祯农书》并不是完美无



人字耙、方耙

耖

缺的，它也存在不少缺点，例如有些地方说得不够明白透彻。书中还夹杂着一些迷信的说法，在《祈报篇》里，就有不少封建迷信的文字。因此我们必须以批判的态度来对待这部农学遗产。

下面就把《王祯农书》的三个组成部分：《农桑通诀》《农器图谱》《谷谱》，分别作些简要的介绍。

《王祯农书》的三个重要部分

（一）全面论述农业生产的《农桑通诀》

《农桑通诀》可以说是“农业总论”，开头叙述了农事、牛耕和蚕桑的起源，接着是本论十六篇：授时、地利、孝弟力田、垦耕、耙耢、播种、锄治、粪壤、灌溉、劝助、收获、蓄积、种植、畜养、蚕缫、祈报。为了便于介绍，我们把这十六篇本论按照问题的性质，分为以下四组。

第一组，《授时篇》和《地利篇》。

《授时篇》主要是叙述了历法的制定和应用。历法怎样制定，这是一个比较专门的问题，在这里不作详细的介绍。现在我们仅就农业与历法的关系问题，作些说明。农业生产为什么要重视“时”呢？我们知道，种子发芽，需要一定的温度和水分。幼苗的生长、发育以至成熟结果，也需要一定的温度、水分、光照和时间。一种作物，由于长期习惯于周围的的气候条件，因此在它发育的过程中，就要求适宜的温度或光照，这样才能不断地生长发育。一个地区内，一年四季的气候，大体上有一定的周期性的变化。所以一种作物的播种、生长发育以至成熟，也有一定的适宜时期。种得太早、太晚，或者没有在适宜时期内进行某种相应的农业措施，都会招致损失，甚至不能成熟、结果。所以农业生产必须掌握季节。为了便于掌握农时，我国很早就定出适合农业生产的历法，这种历法我们通常称为农历。

在《地利篇》里，王祯把各地的气候、地形、土壤等自然条件作了比较，指出各地自然条件的特点。接着，又进一步说明由于自然环境不同，所宜生长的作物也不同。因为各种作物都有各自的特性，它仅能适应于一定的自然环境，作物的特性虽然可以随环境的变化而逐渐变化，适应新的环境，但是不能变得太快，太大。如果环境骤然变了，就会阻碍它的生长发育，甚至招致死亡。因此必须尽量避免这种环境不宜所引起的损失。各地环境不同，因此产生了“风土论”。“风土”就是我们现在所说的自然环境。我国很早就开始重视风土和作物的关系，但是并没有受到“风土论”的束缚。例如元代另一部著名农书《农桑辑要》就明白指出新作物的引种和推广，不应受风土论的限制，《王祯农书》也继承了这一理论。

我国农业生产上有两条极其重要的

原则，就是“不违农时”和“因地制宜”，这两句话简明扼要地道出了《授时篇》《地利篇》所谈的问题。但是这两句话所包含的内容更为广泛一些。“不违农时”不仅指播种要抓紧农时，并且要求事前准备以及劳动力的安排必须适合农时的需要，避免任何妨害农时的事情。“因地制宜”不仅要求选择适宜于环境的作物和工具，还要求改造自然环境，使它能适合作物的生长。

第二组，《垦耕篇》、《耙耢篇》、《播种篇》、《锄治篇》、《粪壤篇》、《灌溉篇》、《收获篇》。这七篇专论作物栽培过程中的各项问题，和现在的作物栽培学“栽培总论”的内容大体相同。

《垦耕篇》包括垦和耕两部分。“垦”指荒地的开垦，就是开荒；“耕”指土壤的翻转，就是耕田。

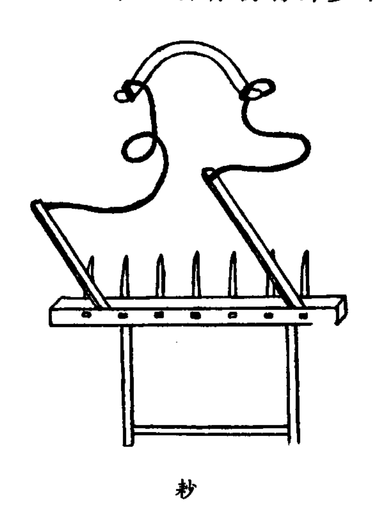
通常把正在耕种的土地叫做耕地，没有耕种的土地叫做荒地。荒地还有板荒和抛荒的分别。板荒是指一直没有耕种过的荒地。抛荒是指过去曾经耕种过，以后抛弃不种而变成荒地。

荒地上通常都长着树木、杂草和芦苇等植物。开荒时，首先要把这些植物清除掉。《垦耕篇》里介绍了清除草木的方法。上面曾经谈到，有些荒地里往往长着根株稠密的芦苇或蒿莱，耕地时很费力。如果遇到这种情况时，就可以用一种形似短镰的劚刀，先把草根割断，然后再翻地。如果遇到大树，采用什么方法清除呢？《垦耕篇》介绍了一个简便而有效的方法：先在近根处剥去一圈树皮，树就死去，三年后树干根朽，就可以毫不费力地把它清除掉。这种方法，现在叫做环剥法。

板硬的土地不适于作物的生长，所以在播种前必须翻耕。翻耕后，还要把翻起的大土块破碎磨平，使土壤变得很松软，然后才能播种。《王祯农书》还进一步指出南方水田和北方旱田不同的耕作方法。

《耙耢篇》是介绍耙耢方法的。耙有方耙和人字耙两种。耢是无齿耙。它的主要作用是磨土和盖土，元代的农书对于耙耢特别重视，强调土地经过深耕以后，还要耙细。如果耙功不到，土块很粗，下种后虽然能够长出苗来，但是根和土不能密接，所以不耐旱，有悬空死亡、虫咬、干死等弊病。除麦田外，一般农田都应当进行秋耕，反复耙耢。到春季开冻后，再耙四五遍，这样就可以使土壤保持四指左右的墒，那末即使春季不下雨，到了播种期也可以下种。《耙耢篇》所介绍的耙耢方法，是十分宝贵的生产经验。在北方干旱地区，抓紧耙耢来保存土壤中的水分，非常重要。但是南方水田耕后用耙，耙后不用耢而用耖（耖的齿比耙的齿长，间隔也稀）来疏通水田泥土。

《播种篇》介绍了选种和播种的方法。我们知道，一种作物有许多不同的



耖

品种。而种子的好坏，适宜不适宜，关系是很重大的。因此在播种前，必须进行慎重的选择。并且还要注意良种的培育、繁殖和贮藏，保持种子的纯洁和生活力。经过选择的种子，在播种以前，有的还需做某种适当的处理，例如水稻的浸种发芽。播种要抓紧适当的时间。播种方法有撒播、条播、点播等几种。此外《播种篇》还谈到多种经营和作物轮作问题。最好能够选择几种在时间上先后衔接的作物，适当安排着，使土地终年不空闲，而且经常有收获。除农作物外，《播种篇》还谈到蔬菜的种植以及对病虫害的防治等。

《锄治篇》叙述了中耕除草的方法。因为通常除草用锄，所以除草也叫锄草。除草要注意早锄和多锄。早锄就是趁杂草还很小的时候就把它锄掉，谚语叫做"锄小"、"锄早"。如果不早锄，杂草就会很快长大，根株茂密，除起来既困难，又费工。多锄是因为杂草除净后，不久又会长出来，所以在一季作物的生长过程中，往往需要多锄几遍。锄地是一个极为重要的田间管理措施。通过锄地，不仅可以锄去杂草，而且还可以把地面耙松。这样，一方面可以流通土壤中的空气，促进作物根的生长；另一方面，被耙松的那层薄土迅速干燥后，盖在地面上，还可以阻止土壤中水分的蒸发，具有保墒的作用。所以谚语说："锄头底下三寸泽。"锄地有时还结合着培土、间苗和定苗。

现在我们再来谈谈什么叫做间苗和定苗。种子播下后，长出来的苗不一定全部合乎要求，所以播种时必须多用一些种子，待出苗后，再就太密的地方去掉一些弱小的苗，这叫做间苗。但是在第一次间苗时还不能把多余的苗全部去掉，有时需要留一些后手，等待稍大时再按照适当的距离，最后决定去掉哪些苗，保留哪些苗，这叫做定苗。以上所谈的问题仅限于旱田。水稻田用耘耥而不用锄，而且插秧的株行距很整齐，也用不着间苗、定苗。

《粪壤篇》介绍了肥料的种类以及施肥、积肥的方法，还提出了对于地力的看法。古代称肥料为粪，"粪"字也可作动词用（那就是施肥的意思），所以这篇称为粪壤。

关于肥料的种类，本篇列举了苗粪、草粪、火粪、泥粪、踏粪、大粪、小便、石灰以及禽兽毛羽、草木灰、腐草败叶、扫除的尘土、洗涤的泔水等多种。此外，在本书的其他部分，以及在它以前的农书里，还谈到牛粪、马粪、驴粪、猪粪、羊粪、鸡粪、蚕矢、旧墙土、麻枯、马蹄羊角灰、洗鱼水、沟泥水、谷糠、豆萁（即豆茎）、盐水等多种肥料。

这一篇不仅介绍了多种多样的肥料，而且还进一步介绍了积肥、造肥的方法。积肥和造肥的方法很多，例如利用粪屋收贮垃圾、草灰、糠粃等杂物；也可以采用凿池的方法收聚谷壳、腐草、败叶、泔水等。这些杂物在积聚收贮的过程中，再加以调制，可以促使它们发酵，成为很好的肥料。

多种多样的积肥、造肥方法，充分说明我们的祖先远在宋、元时代就掌握了丰富的肥料学的知识。

但是我们也应当指出，草木灰和人畜的粪尿相混合，草木灰中所含的碳酸钙，会促使粪便中的氮肥变为氨气而散失。所以这种方法并不是很好的。可是由于当时科学知识水平的限制，还不能

了解到这一点。

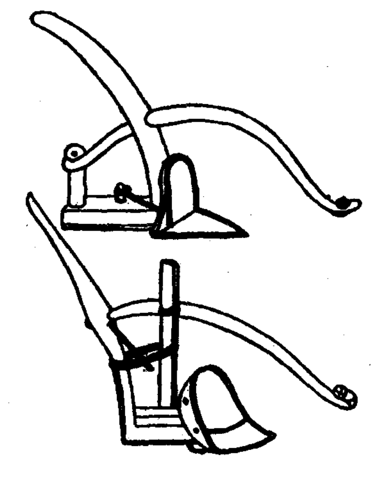
除在家里积肥外，王祯还注意到经常到外面去搜集零星四散的肥料。这样日积月累，时间长了也可以积少成多。

关于肥料的施用方法，包含许多问题。施肥分基肥、种肥、追肥三种。其中最值得注意的是种肥的施用，我国比其他国家要早得多，远在二千年前就已开始了。《王祯农书》里还谈到下种肥的农具。这种农具构造并不复杂，只要在下种用的耧车上再附加一个盛肥料的装置就行了。下种时，耧车向前移动，肥料也就随着落下，盖在种子上。

粪有生粪和熟粪的区别。所谓熟粪，就是经过发酵的粪。不仅人畜的粪便要腐熟后再用，连麻枯也要和火粪等堆积发酵后，才能施用。这一篇还指出不同的作物，要采用不同的肥料和施肥方法，例如栽培韭黄最好用马粪，因为马粪不仅可以提供养分，还可以发酵生热。

关于施肥和地力的关系的认识，有三点值得特别注意：(1) 明确指出施肥的目的是“变薄田为良田，化硗土（瘠薄之地）为肥土”，从而提高单位面积产量。(2) 土壤虽有不同，只要治理得法，都能适宜于栽培作物。这也就是说，不同的土壤要采用不同的粪治方法；即使瘠薄的土壤，只要处理得好，也可以种好庄稼。(3) 土地只要经常施肥，就可以保持“地力常新壮而收获不减”。这是我国农业实践和农学中一个非常重要的思想。

《灌溉篇》谈论排水、灌溉和水利工程。我们知道，作物生长离不开水，但是水过多或过少对作物都有害。洼地嫌水多，高坡患水少。而且我国位于季风区域，年降水量的变率很大。北方年



犁

降水量较少，容易发生旱灾；但是又因为地形、水土流失和暴雨等关系，也往往容易发生水灾。因此，对水的控制，自古以来就成为我国农业上头等重要的问题。

王祯在《灌溉篇》里首先追溯了古代治水的情况。他认为古代很重视治水，在很多地方修筑了堤防，疏通了河渠。这样，就能够及时放水、蓄水。同时在田间还分布着沟洫系统，能够及时进行灌溉和泄水，有效地防止了旱、涝灾害。他还介绍了古代多种多样的引水方法：例如水在高处，就用闸门下灌、平浇；如果田高水低，就用机械提水人田；如果地势曲折而距水较远，就可以采用架槽（木架水槽）、连筒（用大竹管连接通水）、阴沟、渠道、陂栅（拦水坝，在上游拦水，使水位提高）等办法作长距离的引导。他通过对古代治水情况的回顾，来说明兴修水利的重要性，认为只有兴修水利才能够尽地利，保收获。同时还指出遍布祖国境内数以万计的河流，以及古代治水的经验，为我们从事水利建设事业，提供了极有利的条件。王祯在《灌溉篇》里，也提出了兴修水

利的主张。

王祯在本篇还谈到圩田和梯田的建设。低洼的地方要筑堤防水，堤上应安装斗门。这样，天旱时，可以开斗门放水，灌溉农田；涝时，又可以用水车把多余的水排出。梯田不仅能够拦蓄山水，保存土壤的肥力，而且还能够阻止水土流失，不致冲毁山下的良田。

《收获篇》介绍了各种作物的收获方法。首先指出收获的时候，要抓紧时间，收得快，收得净。例如收麦时，必须尽快收割和脱粒，这样不仅可以避免风雨造成的损失，还可以保证不妨碍秋苗的及时锄治。收麦方法方面，《收获篇》介绍了北方收麦用的一种快速收麦器。这套收麦器由麦钐、麦绰、麦笼三部分组成。麦钐是割麦时使用的一种长镰刀；麦绰是一种用竹子编成的萁形抄麦器；麦笼也是竹编的，它被安置在一个有着四只小轮的木架上，另外木架上还拴了一根绳子，绳子的另一端系在收麦人的腰间。这套收麦器怎样使用呢？方法很简便，收麦时，先用麦钐把麦杆割断，麦穗就自然地倒在绰里，收麦人就随手把绰里的麦穗投入背后的麦笼内，等麦笼装满后，就运往打麦场。这样，一天可以收割十几亩。

第三组，包括《种植篇》、《畜养篇》、《蚕缫篇》。

《种植篇》叙述了桑树、果树和其他树木的栽培方法。谈到桑树的种类、性质、繁殖、施肥、修剪和管理等方法；谈到栽种树木和果树的利益，移栽方法以及防治蠹虫的方法；还谈到桑树、果树的六种嫁接方法：身接、根接、皮接、枝接、靥接、搭接。

《畜养篇》介绍了马、牛、羊、猪、鸡、鹅、鸭、鱼和蜜蜂的饲养管理方法。其中以牛为重点，强调农家以牛为本，因此必须加意爱护，不仅要注意它的饮食寒暖，而且使用要有节制，有病时给以治疗，关于养猪问题，谈到了猪种的选择、饲养以及去势（破坏猪的生殖器官叫去势）的方法。王祯在这里还谈到采集猪饲料的方法，广泛利用野生植物充作猪饲料，例如在江南水乡可以采集萍藻和近水诸物；在山地可以收取橡实之类；在江北陆地可以建立栽培马齿苋的饲料基地；并用发酵方法来改善饲料。

《蚕缫篇》介绍了养蚕和缫丝的方法。

第四组，包括《孝弟力田篇》、《劝助篇》、《蓄积篇》、《祈报篇》。

王祯在《孝弟力田篇》里，提出了自己对士、农、工、商的看法。他认为这四种人在社会上各有分工，缺一不可。但是在这四种人里，他又认为士和农是本，而工、商为末，因此他主张重士、农、抑工、商。《劝助篇》要求教导和督促人民积极从事农业生产，并且帮助穷困的人。《蓄积篇》要求国家和人民都应当注意节用和储蓄，以防凶年。《祈报篇》具有浓厚的迷信色彩。祈和报都是属于祭祀一类的迷信活动。祈是生产开始前为预求生产的顺利和丰收而举行的祭祀，报是收获以后的祭祀。祭祀的对象很多，有上帝、先农、土神、谷神以及猫、虎等。这一方面是封建统治阶级用来欺骗人民的方法，另一方面也说明了古代人们缺乏科学知识，对很多自然现象不能解释，因此就把丰收和灾害看成是神的意旨。

（二）详细介绍农业生产工具的《农器图谱》

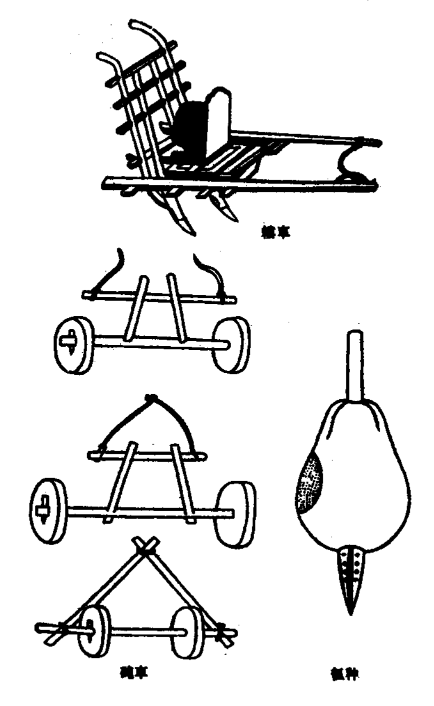
《农器图谱》所载的农具，种类繁多。除农具外，还有田制、农舍、灌溉工程、运输工具、纺织机具等。此谱大体上分为田制（包括井田、区田、圃田、围田、圩田、柜田、架田、梯田、涂田、淤田、沙田）、耒耜、镬臿、钱镈、铚艾、杷朳、蓑笠、篠蒉、杵臼、仓廪、鼎釜、舟车、灌溉、利用、䴵麦、蚕缫、蚕桑、织纴、纩絮（主要为棉纺织工具）、麻苎（麻纺织工具）等二十门。

我们依照作物的栽培过程，先谈谈整地工具。掘土最初是用木制的耒耜，工作效率极低。以后耒耜改用铁制。畜拉的铁犁，起于战国时代，可是最初仅有起土的犁镵。到了汉朝的时候，铁犁有了改进，增加了犁壁，它可以把掘起的土块翻转。由于功能提高，使用的人也逐渐多起来。到了元朝的时候，我们的祖先已经创造出多种能够适合不同需要的铁犁。耕起的土块必须把它破碎磨平。碎土工具起初用木榔之类，到汉朝以后就创造出畜拉的耙和耢，工作效率大大提高。起土、碎土工具除上面谈到的犁、耙、耢之外，还有铁搭（有四齿或六齿，柄很长，有点像耙）和山锄等。此外还有磟碡之类，用于镇压耕松的土壤。

土地经过平整以后，就可以播种了。我们的祖先在播种工具方面，二千年以前就发明了耧车。到了元朝又有了改进，出现了两种新的方法：一种是在耧车上附加了施下种肥的装置；另一种是在耧车后面配上了砘车，它沿着耧脚所开的沟，镇压耧松的土壤，使土和种子能够紧密地接触。此外还有一种用瓠做成的“瓠种”，上有木柄，下有木嘴，在耕过的垅畔泻下种子，然后再用土掩盖起来。这种播种工具多为比较贫苦的农民所使用。

中耕除草农具有耨（短柄手锄）、锄（长柄锄）、铲、耙等，元初又出现了畜拉的耧锄。此外，在南北朝的时候，有了用于北方旱田的畜拉中耕器：锋和耩。这两种中耕器作用不同。锋所铲起的土仍留在原处，利于除草保墒。耩能够把铲起的一层土推向两旁，具有培土的功能。宋末元初，又发明了用于南方水田的耘耥。

灌溉工具包括提水的机械装置和动力两方面。春秋末年，我国就有了从井里汲水的桔槔。这种工具是使用人力的。到了汉朝的时候，又发明了用人力或畜力转动的辘轳和在地面提水上升的翻车（又叫龙骨车）。翻车最初也用人力转动，以后又用畜力。什么时候开始使用畜力，这点我们还不能肯定，但是在宋朝的绘图里已经有了牛转翻车，因此至



迟在宋朝时就已使用牛力了。翻车可以把水提高到一丈左右。如果岸高两丈，可以使用两车接运，先由第一部车把水提到中间的小池里，然后再用第二部车把水提到岸上。唐朝又发明了一次可以把水提高到十丈左右的高转筒车。如果两车接运，提水可以高达二十丈。这种提水工具是用水力转动的，也可以用畜力。

收获工具的种类也很多，有粟鋻（半月形割穗短刀）、铚、艾、镰（割禾秆的曲刀）、钐和快速收麦器等。

以上所介绍的各种农具中，有一些大型高效率的农具创造于元朝。例如用四牛拉的耕田犁，用耧车结合砘车的下种器，用畜拉的中耕耧锄，用麦钐、麦绰、麦笼结合成的快速收麦器等。这些农具虽然功效较高，但是一般农民在地主阶级的残酷剥削下，生活异常贫困，无力购买，因此并未得到广泛的使用。

（三）分论各种作物栽培的《谷谱》

谷的原意，是有壳的粮食。但是《谷谱》所介绍的各类作物并不仅限于粮食作物。除粮食作物外，它还谈到菜蔬、果树、竹木及经济作物等。《谷谱》包括谷属二卷、蓏（瓜类作物）属一卷、蔬属二卷、果属三卷、竹木一卷、杂类一卷。篇末附《备荒说》。

我们先简略谈谈谷属。谷属一节包括粟、水稻、旱稻、大小麦（附青稞）、黍、穄、粱秫、大豆（附豍豆、小豆、豌豆、荞麦、蜀黍、胡麻、麻子（即大麻子）等十四条。粟在北方通称谷子，是我国古代首要的粮食作物。

大田栽培的植物，总称农作物。农作物中，除粮食作物外，其余的是经济作物，包括油料作物、纤维作物等。

《谷谱》谷属中的大豆，在古代是五谷之一，现在已不列入粮食作物，主要供榨油及制造副食品，是重要的油料作物。胡麻、麻子也属油料作物。

《谷谱》杂类中的苧麻、木棉（棉花）、苘麻是纤维作物。苧麻主要产于南方。棉花的栽培，在汉朝的时候，也仅限于广东、云南两省，以后逐渐推广到广西、四川、福建等省。到了宋末元初，棉花产地才迅速地扩大，推广到长江流域各省以及淮河流域地区。

随着棉花种植面积的不断扩大，南方的纺织技术也不断提高。这里可以连带提到一个关于纺织的故事：元朝的时候，在上海附近一个叫乌泥泾的村落里，住着一个受虐待的童养媳，名字叫黄道婆。黄道婆个性很倔强，她不甘忍受公婆的虐待，于是就逃了出来。这个无家可归的童养媳最后流浪到海南岛。海南岛盛产棉花，居住在这里的黎族人民都会织布。黄道婆在海南住了很久，并且从当地的黎族人民那里学会了纺织技术。1296年，她回到了久别的故乡乌泥泾。她回家以后，就把自己学到的关于纺织的各种技术，如错纱、配色、综线、洁花等方法传授给村里的人。结果，乌泥泾就成了一个盛产花纹布的地方。

北方在古代的时候蚕桑很发达，通常以丝麻或桑麻并称，但是没有棉花，布几乎全是用大麻纤维织成的。直到元朝初年，才开始在北方提倡种植棉花和苎麻。

《谷谱》杂类中的紫草、红花、蓝是染料作物。自从人造染料发明以后，这些染料作物才逐渐失掉了它们的重要性。

【徐光启】

在上海南丹公园宁谧的一角，绿树掩映之中，有一座并不起眼却受世人景仰的圆型陵墓。因为这里长眠着我国明代的伟大科学家徐光启。徐光启字子先，号玄扈，上海人，生于公元1562年4月24日（即明嘉靖四十一年三月二十一日），死于1633年11月8日（崇祯六年十月初七）。徐光启以其毕生的精力推动中国科学的进步，推动中西文化的融汇与交流，殚精竭虑，鞠躬尽瘁。他在天文学、数学、农业科学、机械制造、军事学等领域都卓有建树。他的《农政全书》，与李时珍的《本草纲目》、宋应星的《天工开物》、徐弘祖的《徐霞客游记》，同为明末科学的四大高峰。这样一位献身科学的伟人，是怎样确定自己的人生道路，又是如何在科学的险径上艰难攀登的呢？

少小游学　志在天下

关于徐光启的祖先，由于流传下来的材料有限，我们知道的不多。相传徐光启的先世是在中州人，也就是今天的河南一带人。他的高祖徐竹轩是个家世清白的秀才，从这一代始迁居沪上。到他的曾祖徐珣的时候，家道中落，靠务农为生。徐光启的祖父徐绪弃农经商，家境日渐富裕。徐绪去世较早，家政遂由祖母尹氏主持，请来内家兄弟尹某经商，并为长女择婿俞氏，产业居然不断发展，比徐绪时扩大了十倍，使他的父亲徐思诚可以专心读书。徐思诚大约在十七、八岁时结婚，夫人钱氏也是读书人的女儿。嘉靖年间，倭患甚烈。一些日本商人勾结武士和浪人，到中国沿海

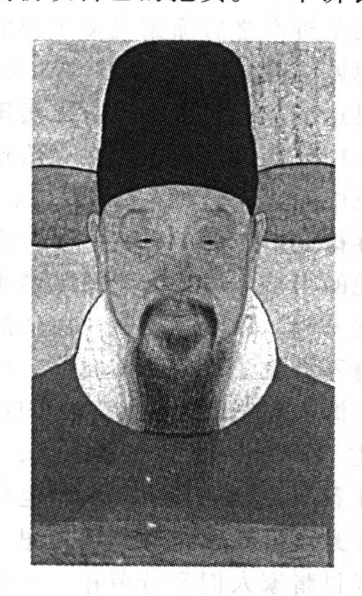


利玛窦与徐光启

各地，或直接进行掠夺，或者用走私的手段窃取中国的财货。上海地当东南沿海门户，更是在所难免，屡遭洗劫。据史书记载，从嘉靖三十二年到三十五年的四年间，倭寇多次犯上海，大肆抢掠，其状惨不可言。为逃避倭寇，徐光启的祖母和母亲四处流离，徐思诚被派为大户，参加地方政府组织的抗倭武装。徐家产业也蒙受了损失。此后，经过数年的经营，家业又有恢复。尹氏便把家产一分为三，徐氏和尹、俞两家各得其一。不幸的是析产之后徐家又遭了窃贼，加之徐思诚不善于理财，又生性乐善好施，家道迅速中落，最后竟到了出卖田宅的地步。1562年徐光启的出生，给这个处在困厄中的家庭带来了新的希望。

在徐光启的幼年时代，由于家境贫困，他的祖母、母亲无论寒冬酷暑，日夜纺织不辍，以维持生计。连他的父亲也不得不课农学圃，下田耕作，以图自给。上海本来就是广原腴壤的富庶之地，资本主义萌芽最先在这里产生，农业、手工业和商业发展较快，民风也比较勤劳。徐光启生长在这样的环境里，一方面亲眼目睹家人们辛苦劳作，一方面也免不了亲自动手做些辅助劳动，这对于

养成他日后勤劳、节俭的性情大有好处。他对农事园艺的兴趣，也应该是这个时候发生的。徐光启年幼时，倭寇来犯的事仍时常有之。他的母亲经常对儿辈回忆当初避倭的情形，并议论御倭措施的得失。他的父亲参加过抗倭斗争，结识了许多名将奇士，闻知一些战守方略，并通晓阴阳、医术、星相、占候、释道之书，且喜语旧事。耳濡目染，也在徐光启幼小的心灵里播下博学强记、留意兵事的种子。徐光启七岁时便到龙华寺的村学读书。少年徐光启身材矫健，活泼好动。一次，他爬上龙华寺的古塔捕鸽子，偶一失足，旁观的人失声惊叫，他却若无其事，举着鸽子说："你还能在塔顶飞来飞去，惹得我想了好几天吗?"他还曾爬到塔顶，与鹳鸟争得地方，端坐在顶盘中，对下面的人嘻笑自若，浏览四周风物，像是神游云霄。但不同于一般顽皮儿童的是，少年徐光启便怀有远大的志向。有一天，老师外出，同学们畅谈自己的抱负。一个讲长大后要做富翁，另一个讲想当道士。徐光启说："这些都不值得做。说到做人，应当立身行道，治国治民，崇正辟邪，不可枉活一世。"那时，读书人都是走的科举的路子，徐光启也不例外。他的主要功课是诵读《四书》、《五经》的章句，学作八股文、律诗，练习写字。因他聪敏好学，章句、帖括、声律、书法的成绩都很好，甚至塾师出题作文，他也能不加思索，出口成章。后来他又师事当地的著名学者黄体仁，钻研心性之学。此外，他也常读些兵法方面的书籍。



徐光启像

1581年徐光启二十岁的时候，考取了金山卫的秀才，并于同年娶吴氏为妻。依照当时社会的风俗，考中秀才之后，可以从县学中得到一定的钱粮资助，同时也可以找个村学或家馆去教书。徐光启因家境贫寒，除了应付县学的作业之外，便开馆授业，教授里中子弟，以便挣些银两贴补家用。课余，他常到田间参加一些农业劳动。由于从小就接触农事，徐光启表现出非凡的经营才干。他看到有几小块荒芜废弃的空地，便动手稍加整治，种上柳树，然后卖柴取利。看到家乡时常遭受水患之苦，大雨一降，禾苗被毁，屋宇坍塌，饿殍遍野，徐光启开始留意水利，对农田水利的利弊，不断周咨博访。这些活动为他日后研究农学打下了坚实的基础。

徐光启的科举之路并非一帆风顺。他曾多次参加乡试，都未能考中举人。其中最为艰难的是1588年（万历十六年）那一次。其时徐家生活十分拮据，他的母亲为供养老小，劳作一天之后居然没吃上一口饭，最后从篱笆上摘了一只王瓜充饥。9月徐光启与友人结伴往太平府赴乡试，因囊中羞涩，乘不起车

马，只得挑着行李，趟着积水，从句容沿江步行百余里到太平。这次应考失败，使徐光启有淡然名利之志。正是备尝了这种穷困与艰辛，才使得徐光启日后做了高官仍自持俭约，不去贪图个人享受，而是专心致力于科学研究。这个时期徐光启虽屡试不中，可学问却大有长进，人称其“少年以文章名天下”。像徐光启这样怀抱真才实学，却难以通过乡试，足以说明科举取士的制度到了晚明已走上了衰败的末途。当时的考试内容纯为章句之学，只注重空洞的词藻和繁琐的格式，忽视实际内容，自然难以发现和选拔真正的人才。到了晚年，徐光启还对此感触良深，批评八股文“直是无用”，称科举为“爬烂泥路”，虚掷光阴。

在徐光启三十一岁那年，他的母亲钱氏去世了。第二年，徐光启应他人之邀，远行广东韶州教授家馆，开始了“经行万里”的旅程。徐光启南行之际，西方传教士已经叩开中国的大门，在中国的南方进行宣扬基督教的活动，因此他同西方传教士有了初步的接触。利玛窦是最早深入中国内地传教并取得成功的耶稣会士。这个来自意大利马塞拉塔城的传教士，于1582年（万历十年）抵达澳门，第二年到端州。在此地利玛窦潜心学习汉语，钻研六经子史等书。后行迹遍至肇庆、韶州、南昌、南京等地。徐光启在韶州教书期间，一次偶然到城西的教堂，没有见到已经北上的利玛窦，却与接替利玛窦主持堂务的郭居静谈得很融洽。这是徐光启与西方传教士的第一次直接接触，萌生了对传教士和西学的好感，由此开启了与传教士长期合作共事的先河。

1596年（万历二十四年），徐光启应担任浔阳知州的同乡赵凤宇的约请，由韶州移住浔州，教授赵氏家馆。几年之内，徐光启由上海到广东，又由广东到广西，长途旅行，饱览山川形胜，阅历越来越丰富，文章也写得越来越好，尤其擅长说理和抒情。当然，一个穷书生长途跋涉，其情形也是够狼狈的，衣衫褴褛，全靠自己缝缀。次年春天，徐光启远上北京，参加顺天府的乡试。这次他不但考中了，而且还被取了头名解元，名声大振。说起这次考中，应当庆幸徐光启遇上了名重一时的大学者焦竑。据说，初判时徐光启仍是名落孙山。到发榜前二日，主考官焦竑还为没能发现可取为第一名的人选叹息，当他看到从落选试卷中选送的徐光启那一件，不由击节赞赏，认定此为名士大儒，拔置第一。此番中举，既靠徐光启平素博览群书，好学深思，凡六经百家之书，无不遍读，能写出文辞宏美、义理精深的好文章，也多亏焦竑慧眼识人，全力举荐。此后，徐光启一直视焦竑为恩师。中举之后，徐光启留在京师等候会试。1598年（万历二十六年）会试，徐光启未能考中进士，于当年4月离京返乡。这一年徐光启已经三十七岁，却在科举的泥路上滚爬了二十多个春秋。

翻译西学　会通中西

徐光启回到家乡继续以教书为业，同时更加刻苦地读书学习。这个时候的徐光启，对背诵章句已没有多少兴趣，而把关注的焦点转移到现实生活方面。他广泛阅读古今经史和科学典籍，研究历代王朝政治的成败得失，寻找富国强兵的良方。他在写给老师焦竑的信中说到自己的心情。他说自己因感愤故里屡

遭倭寇蹂躏，生灵涂碳，故于六经子史以外，也常研习兵法和农学。看到国家比南宋灭亡时还要衰弱十倍，因此每每对人谈论富国强兵的方略。他认定，只有重视农业才能使国家富足，只有整饬军备才能使国家强盛。关于徐光启的这段读书生活，与他一同读书的程嘉燧曾有生动的记载：那时他们住在山中的一间小屋子里，书案旁边的瓦罐里只有米粥用以果腹，即便生活条件这样艰苦，他们却每天咀嚼诗书之精华，畅饮文章之美醪，抚琴吟唱，十分快乐。

因为事先看到了利玛窦在肇庆绘制的《山海舆地图》，对上面提供的经纬度、赤道、五带等地球知识饶有兴趣，又仰慕利玛窦的学识和为人，徐光启于1600年（万历二十八年）到南京拜访了利玛窦，聆听他的议论，对他的博学多识留下深刻的印象。不久，利玛窦前往北京向万历皇帝贡献方物。徐光启回到上海，继续教书和读书，并先后写下了《毛诗六帖》、《渊源堂诗艺》、《芳蕤堂书艺》、《四书参同》、《方言转注》、《读书算》、《赋囿》等经学、书法、小学、诗艺方面的著作十余部。1603年（万历三十一年）的秋天，徐光启再往南京访利玛窦，因后者居留北京不遇，遂与主持南京教堂的郭居静、罗如望两人晤谈。他读了《天主实义》、《天主教要》等传教著作，听罗如望讲了《十诫》等天主教的基本教义，观看了宗教仪式，决意受洗人教，并取了教名“保禄”。徐光启皈依天主教有多方面的原因。明中期以后，由于封建皇帝的提倡和庇护，佛教和道教大行其道，泛滥成灾，造成了学风的空疏败坏。士大夫往往标榜清流，束书不观，空谈竟日，视实务为浊为俗，不思如何能对国计民生有所建树。出身寒素而又饱经忧患的徐光启对这种现象极为不满，天主教的传入使他产生了一种期冀，以为可以用天主教印证儒教，补益王化，救正佛法，即所谓的“易佛补儒”。西方传教士传授的科学知识对历来学主实用的徐光启也产生了极大的吸引力，他觉得人教或许对学习和掌握西方科学技术知识能有所裨益。徐光启人教以后，开始了与传教士合作翻译西书，把西学介绍到中国的事业。不过徐光启受洗人教，也抬高了天主教的身价，扩大了天主教的影响。此后，他与李之藻、杨廷筠并称东南地区的“天主教三大柱石”。

1604年（万历三十二年）春，徐光启再度赴京参加会试，终于考中第八十八名进士，并被考选为翰林院庶吉士，进入翰林院学习。当时的翰林院庶吉士，大概相当于今天的科学院研究生，是朝廷着意培养的高级人材。翰林院的馆课主要是经史制艺对策之类。徐光启除了学习馆课而外，还读了一些时务书籍。为了集中精力攻读实用之学，他放弃了对诗词书法的爱好，专心致志地研习天文、兵法、农事、水利、工艺、数学等自然科学。他利用做馆课的机会揭露了一些社会弊端，提出了自己的兴革主张。如他在《题陶士行运甓图》诗中写道：“典午朝臣鲜尚宾，竟以旷达相矜夸。娓娓玄谈未终席，纷纷胡骑乱如麻。白玉麈尾黄金埒，甕间酒龙声嗑嗑。谁使神州陆沉者，空复新亭泪成血。”诗中借东晋君臣空谈误国的旧事，讽谕当时弥漫于学坛的空疏之风。

流传至今的徐光启馆课作品中，《海防迂说》、《漕河议》、《处置宗禄查

核边饷议》、《拟上安边御虏疏》四篇文章，集中反映他在政治、经济、军事等方面的改革思想。《海防迂说》针对倭寇为害东南海疆的现状，考察了倭患的发展历史和沿海富商豪族与倭寇勾结的情况，提出“官市不开，私市不止”的见解，主张正式与日本通商。这样，一来可以使中国的丝帛等货物找到市场；二来掌握了主动权，日人来市则予之，来寇则歼之；三来可随时绝市，制御倭寇。《拟上安边御虏疏》则主要是针对北部边境来自鞑靼、瓦勒等部族的威胁的。疏中提出了一套练兵筹饷的办法，包括战略上先求可以守，次求可以战，再求可以大战；人员上选练十万精兵，作为野战的主力；战备上务农贵粟，实行屯田等等。《处置宗禄查核边饷疏》指出宗室俸禄已成为国家财政的巨大负担，建议把实物俸禄改为封给土地，使其“自生粟帛而衣食之”。《漕河议》提出南粮北运，糜费巨大，应该把黄河、淮河的水用来种植谷物，减轻漕运负担。治理运河，应当以科学测量为依据，根据地形水势加以疏导。徐光启的这些建议，虽不乏真知灼见，但并未受到统治者特别的重视。

就读翰林院期间，徐光启与客居北京的利玛窦交往甚密。他时常布衣徒步，前往利玛窦邸舍问学。利玛窦还在罗马时，就师从天主教的著名学者克拉维神父，学过数学、地理和天文学方面的知识。到达中国后，他发现这个古老的东方国家地广物丰，人口众多，文化传统历史悠久，博大精深。他感到在中国传教，如果采取在其他地区惯用的强硬方式，恐怕难以奏效，于是转而推行一种学术传教的路线，主动地介绍一些西方的科学知识到中国。他先是用三棱镜、自鸣钟、日晷仪之类的精巧玩艺唤起高官名士的好奇，接着又绘制了《万国舆地图》，介绍西方天文学知识。徐光启在与利玛窦的交谈中，一再要求与之合作，把后者从罗马带来的西方科学书籍翻译成汉语，以使更多的人能够学习。在徐光启的请求下，大概从1605年（万历三十二年）到1606年（万历三十四年）间开始，两人开始合译西方数学的经典著作，即欧几里得的《几何原本》。

为什么首先选择《几何原本》进行翻译呢？徐光启自己曾作过解释。他认为，数学作为一门最基本的学问，就好比木匠的斧头和尺子，是不可缺少的工具。而《几何原本》又是数学的本原。它可以“穷方圆平直之情，尽规矩准绳之用”。其中的公理、公设虽不以直接以具体事物为对象，但它所蕴含的道理却是一切科学技术必须遵循的。他借用前人“鸳鸯绣出从君看，不把金针度与人”的诗句，称“金针度去从君用，未把鸳鸯绣与人”，而《原本》就是能绣出千百种鸳鸯的金针。因此，“举世无一人不当学”，而且“百年之后必人人习之”。这就表明徐光启对自然界的一切事物都表现为一定的数量关系的原理，和《原本》所体现的形式逻辑的思维法则，有了比较清楚的认识。徐光启为翻译《几何原本》付出了艰巨的劳动。他每天下午三四点钟前往利玛窦寓所，由利玛窦口授，他负责笔录。翻译中反复推敲，务求译文准确，文词通畅。当时杨廷筠、李之藻、叶向高、冯应京、曹于汴等著名学者，也参予了讨论，质疑辩难，互相切磋。经过前后三次修订，到第二年春天，终于译成了《几何原

本》前六卷。即使按今天的标准看，这次翻译也是非常成功的。徐光启在译书过程中创立的一套几何术语，如点、线、面、直角、四边形、平行线、相似、外切等，一直被沿用下来。

《几何原本》译毕付梓，徐光启又与利玛窦用同样的方式译出了《测量法义》初稿。徐光启历来重视水利，这时也向利玛窦询问西方水利设施和器械的情况，并从中受到启发。徐光启的好友李之藻曾从利玛窦学习天文学，并运用西法进行实地测量，写成了《浑宪通盖图说》一书。徐光启亦参予了此书的修订。1607 年（万历三十五年）4 月，徐光启结束了翰林院为期三年的学习，授官翰林院检讨。5 月，其父徐思诚病逝，徐光启按惯例归籍守制，回到上海。

守制期间，徐光启仍致力于科学研究和农学试验，他把已经译成的《测量法义》加以整理，删削定稿。随后，又相继撰成《测量异同》和《勾股义》。这三种书，都是对《几何原本》的发挥和应用。在这几种书里，徐光启运用西方几何学的原理，对传统数学的经典著作《周髀算经》、《九章算术》进行整理，发现传统数学的缺陷是“只言法，不言义”，即只讲求解的方法，不讲为什么这样求解，从而初步揭示了传统数学作为经验型科学的本质特征，并由此萌生了创立“有理、有义、有法、有数”的科学体系的强烈愿望。当然，作为一个讲求实际的科学家，徐光启的研究和著述，绝不单纯是为了满足自己的求知欲望，更是为了指导改造自然、征服自然的实践活动。正像他在《勾股义序》中所说的，“西北治河，东南治水利，皆目前救时之至计。……此法终不可废”。这些西方科学的成果，在生产实践中可以发挥作用，产生效能。在此前后，徐光启还帮助李之藻把根据克拉维《实用算术纲要》翻译的《同文算指》整理成书。

1610 年（万历三十八年）10 月，徐光启守制期满，回到北京，恢复翰林院检讨原职。此前，徐光启曾经计划与利玛窦共译水法书，但当他回到北京时，利玛窦已于当年 4 月去世，因而改请传教士熊三拔口授。起初熊三拔表现出为难的神色，经徐光启一再敦请，两人才动手翻译。这次翻译没有采取照本直译的作法，而是结合我国已有的水利工具，只选译其中比较实用和确实先进的部分，一边译书一边试验，把制器和试验的方法与结果都记录下来。《泰西水法》一书具有极强的实用性和可操作性，对发展农田水利事业很有指导意义。为了呼应日益高涨的改历舆论，徐光启还把昔日听熊三拔讲授简平仪构造与用途的笔记加以整理，编成《简平仪说》刊行。

以徐光启翻译《几何原本》、李之藻编译《浑宪通盖图说》为发端，在晚明的学术界，翻译西方科学书籍成为一时盛事，较有代表性的还有焦勖译《火攻挈要》、王征译《远西奇器图说》等书。此外，当时还译介了一批欧洲宗教、哲学、逻辑学、语言学等方面的书籍。自唐代大规模翻译佛经以来，这是中外文化交流史上的第二次译书高潮，而此次译书涉及的领域之广，科学意义之大，又是第一次译书高潮无法比拟的。它在较高的层次上实现了中国和欧洲两大文化体系的融汇与交流，使中国文化初步纳入了世界文化发展的体系，为中国科学文化的发展注入新的活力与生机。但

是，徐光启等人绝不是所谓的“西化派”，而是有着坚定的民族文化立场。他们有感于中西方科学日益拉大的差距，致力于引进和介绍西学，是为了取人之长，补己之短，使中国的科学技术发展能赶上和超过西方的水平。用徐光启自己的话来说，就是“欲求超胜，必先会通；欲求会通，必先翻译”。徐光启的良苦用心，从他译书当中大量引证比照中国古代科学著作上得到有力的反映。

重农贵粟　究心本业

我国是农业大国，农业生产在社会经济中占有很大比重，因而历来有重视农业的传统。徐光启自幼生长在耕读之家，跟随父亲课农学圃，积累了一些经验。成年之后，随着见闻的增广和知识的拓展，他对农业更加关注。在翰林院读书期间，他反复阐发“重农贵粟”的农本思想。徐光启没有把对农业的重视停留在认识上，而是把极大的精力投入到农业科学实践中去。居丧守制恰好为他提供了开展农学实验的便利条件。

家居三年，徐光启除了继续翻译整理西书外，把主要的时间和精力用于栽培试验。其时适逢江南遭水患，麦禾不生，灾情严重，备荒成为当务之急。徐光启闻知浙江、福建一带有人种甘薯获利甚大。于是托人弄到种苗，试种在家中的园地中，取得了成功。为了推广这一高产作物，徐光启还专门写了《甘薯疏》，宣传甘薯的优点。传统农学中有所谓的“风土说”，认为农作物只能在特定的地域内生长，环境改变后作物便无法成活，或者即使成活和生长也无法继续保持原有的物性，以“风土不宜”反对引种新作物、新品种。徐光启则认为，风土条件对某些作物的异地引种有影响，但这种影响并不是绝对的，大部分作物可以引种，这类作物占到所有作物总数的百分之九十。徐光启试种甘薯成功，令人信服地驳斥了“风土论”，家乡的农民纷纷效法，获利很大。此外，徐光启试种的作物还有芜菁、木棉、乌桕、女贞等，并撰写《吉贝疏》、《芜菁疏》加以推广。《吉贝疏》是专门介绍木棉种植方法的文章。吉贝即棉花，或称木棉，宋朝末年由两广传至江南，元代的纺织技术专家黄道婆把纺织技术从海南带到松江。到明代徐光启的家乡松江府已成为种植木棉和棉纺织业的中心。徐光启在《吉贝疏》中总结了当时的植棉经验，并提出了改进的方法，使棉花的产量进一步提高。芜菁也是由外地引种的。徐光启通过引种实验发现，凡种瓜果蔬菜之类，最重要的是选种，选取合适的品种，同时注意耕土、施肥及管理等环节，便可使原有的物种驯化。徐光启还就家乡的水利建设如建闸、蓄水、疏浚河道等方面向地方政府提出自己的意见。

从返回北京原任，到六十岁辞职重归家园，其间徐光启曾三度到天津屯田，继续他的农学试验，而且规模不断扩大。他为什么如此不辞劳苦，躬营田事？徐光启在写给门生鹿善继的信中说：他是有感于自然灾害危及百姓生计，而北方又有大量闲田无人耕种，因而不惜承担风险，率先试验。为国家开辟新的财源。靠科学的力量战胜自然灾害。

徐光启第一次到天津屯田是在1613年（万历四十一年）的秋末。同年春天他被任命为会试的同考官，与同任考官的魏广微发生矛盾。徐光启无意与其在官场上作无谓的纠缠，开始筹划告假屯

田事宜。他相继在天津、房山、涞水等地寻访适宜屯田的地点，并最终选定天津做他的试验场所。来到天津，他购置了一批杂草丛生的荒地，雇用了一些农户开荒种地，他本人也亲执农具，在田头劳作。这些新垦殖的荒地被种上了小麦、水稻等农作物，获得了较好的收成。徐光启所关心的不仅仅是收成的好坏，而是利用屯田进行科学试验，总结种植的经验教训。他十分重视调查研究，搜集民间经验。他时常布衣敝履，奔走于田野，向当地农民了解土壤、施肥和耕作方法等方面的问题，仔细笔录下来，然后博考中外古今的农业典籍，再结合自己的实验结果，写成许多充满科学精神的笔记。靠这种方法，他先后写下了《宜垦令》、《北耕录》等农书，并借鉴前人成果创造了名为“粪丹法”的施肥方法。

经济作物的种植培育也是徐光启科学实验的重要内容。赴天津之前，他曾写信给家人索取各种花草和麦地冬、生地、何首乌等药物的种籽，利用空地进行种植，还计划用西方的制药法加工提炼，制成药露，既便于使用又便于保存。后来，他还打算把苎麻、蔓菁等南方作物引种到北方。历史上北方曾经是主要的蚕桑产地，可随着经济重心的南移，江南桑蚕业后来居上，北方的桑蚕业反倒衰败下去。徐光启对北方的气候、土壤等条件进行了考察，发现很适宜植桑养蚕，决心在北方试养试种，重振北方桑蚕业，推动北方经济的发展。他特意叮嘱在家乡的儿子徐骥“养好桑椹，晒干寄来”。

他在天津养蚕，头蚕由于春旱取得成功，二蚕可能因为多雨，吃了湿叶，结果坏了。徐光启就此总结出经验，即要养好蚕，关键在于桑叶要干，桑干在天，人要与天争时，这反映出既要尊重自然规律，又要因地制宜，创造条件的科学思想。徐光启第二次屯田天津是1621年（天启元年）。这一年，他以练兵受挫，愤然辞职，复寓津门。在此期间，他写了《粪壅规则》，记录了北京、天津、山西、山东、江苏、浙江、江西、广东等全国各地老农、老兵和过往行人传授的壅粪方法和他自己的施肥经验，还保留了一些很有价值的笔记。可见，徐光启的农学研究，不但注重试验结果，还注意采集别人的经验，两者互相印证，一个环节一个环节的推敲，最后作出自己的判断。这是徐光启科学研究的一大特色。

《农遗杂疏》是徐光启屯田天津所写的另一部农学著作。此书泛论粮、棉、果、蔬、农艺及牧畜技术，今已不传。从散见的一些佚文中，可以看到大麦、蚕豆、柑桔、石榴、棉花、竹子等的种植栽培和肥猪法等方面的内容。如说蚕豆是百谷中最早成熟的，蒸煮代饭，炸炒供茶，无所不宜，而且不受蝗害，不为虫蚀，可藏之数年，诚为备荒的佳种。还说大麦最宜久藏，可以多积。徐光启把自己长期积累的经验，采取通俗易懂的语言记录在《农遗杂疏》里，便于识字不多的广大农民掌握和应用。他循循劝告农民采用先进的生产技术，实行多种经营，提高作物单产，积粟备荒，增强国家的物力财力，实现富国强兵的理想。在长期的科学实践中，徐光启收集积累了大量第一手材料，总结了许多珍贵经验，这些都为他编纂《农政全书》奠定了坚实的基础，他在这个时期取得

的大量研究成果，也都在《农政全书》中有所反映。

诚然，由于徐光启善于经营，也使他自己的经济状况大有改观。他在天津开辟的土地大约在一千五百亩到二千亩之间，以与所雇用的农户四六分成计算，每年也有三四百石粮食的收入。但是，徐光启毕竟是杰出的科学家，不像一般封建地主纯粹过着不劳而获的寄生生活，是专门消耗社会财富的蠹虫。稍加分析就会发现，徐光启的农业经营活动是从属于他的农业科学试验的，其动机是为了研究和推广农业科学技术，推动社会生产力的发展，创造更多的社会财富。他不仅自己从事劳动，还把收获的一部分投入到科学事业上，为扩大研究范围和规模提供资金。因此，应该把徐光启与那些专靠剥削为生的封建地主区别开来。

督练新兵　守城制器

徐光启对军事问题有强烈的兴趣，这种兴趣来自童年的经历。前面说到过，在徐光启的童年，他的故乡屡遭倭寇蹂躏，生灵涂炭，民不聊生，他的家人也饱受流离之苦。从父亲那儿听到的抗倭故事，给少年徐光启留下深刻的记忆。倭奴的凶悍残暴，国家的积贫积弱，激发起他对倭寇的仇恨和对国势衰败的感愤。他的富国强兵思想最早也应该是从这个时候萌生的。研习举业之余，徐光启浏览了许多兵家典籍，翰林院读书期间也曾写下了《拟上安边御虏疏》这样闪烁着真知灼见的馆课文章。不过，他真正有机会统领军队，推行自己的军事主张，却是在很多年以后了。

明朝晚期，东北地区的女真族势力不断发展壮大，对明王朝的统治构成了威胁。1616 年（万历四十四年），努尔哈赤统一女真各部，建立了后金政权。其后二年，后金兴兵南犯，相继攻占明朝东北重镇抚顺和清河。明王朝统治者大为震动，廷议纷纷。礼部左侍郎何崇彦以“夙知兵略”举荐徐光启参预军务，万历皇帝急召徐光启入京。这时徐光启正在天津养病，接到诏书，即刻启程，抱病回到左春坊左赞善任上。1619 年（万历四十七年）3 月，兵部左侍郎兼辽东经略使杨镐率四十万援辽大军，出山海关后兵分四路向后金军发起反击，结果一败涂地，还在刚刚得知杨镐兵分四路出击的部署时，徐光启就指出“此法大谬”，后金兵必于诸路坚壁清野，集中兵力对付其中一路，并判定这一路必定是由山海关总兵杜松所率由沈阳往抚顺的明军。局势的发展完全被徐光启不幸言中，杜松在二度关遭遇后金精兵伏击，全军覆没，其余各路亦先后败没。至此，徐光启心急如焚，连上三疏，痛切陈词，阐明自己对挽救危局的看法和主张。

继《敷陈末议以殄凶酋疏》、《兵非选练决难战守疏》之后，局面急剧恶化，朝廷仍因循守旧，不思改弦更张，徐光启于 8 月 7 日又上了《辽左阽危已甚疏》，吁请朝廷火速选练精兵，不可延宕误国。在此疏中徐光启提出了“正兵”的五条纲领：（一）亟求真材以备急用；（二）亟选实用器械以备中外战守；（三）亟行选练精兵以保全胜；（四）亟造都城万年台以为永久无虞之计；（五）亟遣使臣监护朝鲜以联外势。这里包括了选材、造器、练兵、建台、联外五个方面，其中徐光启尤为强调军事人材的选拔与培养。他指出，国势衰

微，渐贫渐弱，关键的原因之一是朝廷在选拔人材上拘泥常格，因循积弊，结果是论资排辈，任人唯亲，“用者未必才，才而用者未必当”。战争本来就是斗勇斗智，如果不是才力智计殊绝于人，就很难打胜仗。选拔人材的办法是，由在京诸臣各自举荐文武才略、绝技巧工之士，再经吏、兵二部考窍核实，根据其特长决定推升、改调或咨取，一一置之在京衙门和畿辅重地，以凭随时调用。所举人才建有奇功，举荐人亦分别赏擢，若误国败事，举荐人一并坐罪。倘若徐光启的建议被采纳，该会对用人问题上的弊端起到一定的遏制作用的。

徐光启的建议起初并没受到应有重视。后来因辽东危急，京城的安全也受到严重的威胁，众臣纷纷推举，万历帝才于1619年（万历四十七年）9月颁旨：“徐光启晓畅兵事，就着训练新兵，防御都城。”寻升徐光启为詹事府少詹事，兼河南道监察御史，管理练兵事务。徐光启受领新职后，满怀信心，于10月21日上《恭承新命谨陈急切事宜疏》，条陈有关练兵事项，包括关防、驻扎、副贰、将领、待士、选练、军资、召募、征求、助义等十款，希望能在财政和人员方面得到朝廷的支持。他曾设想挑选壮兵丁二万人，在京营附近建筑营房二千间，由工部和户部各自支付兵器和粮饷费用若干，一面造器，一面练兵，一年之后这支部队便可以投入使用。不料他处处受朝中权臣牵制，要人没人，要钱没钱，计划虽好却难以实施。

1620年（泰昌元年）4月，徐光启费尽周折才领到一点饷械，便风尘仆仆赶到通州、昌平，着手进行选练新兵的工作。当时供徐光启训练的新兵半杂老弱，身无完衣，面有饥色，他下决心裁汰老弱，只保留了一部分精壮兵丁，结合实战阵法进行操练。但是由于万历、泰昌两帝一年之内相继驾崩，加上饷械不继，缺少兵源，徐光启的练兵工作遇到很大困难。1621年（天启元年）2月，他旧疾复发，再回天津养疴。不久因沈阳、辽阳接连失守，礼部奏请襄理军务，又奉旨返京。

还在昌平、通州练兵时，徐光启曾经致信李之藻，要他前往澳门购置西方火器。李之藻派门人张焘赴澳门，向葡萄牙当局购买了四门大炮，并物色到炮手四人。时值徐光启辞职，李之藻恐大炮落入敌手，留在江西不再北运。徐光启复职后，重抄了练兵三疏进呈，请求恢复练兵计划，并把制造火器放在首位。他看到，明朝军队原先在火器上的优势，因为连战皆输，大量兵器被敌军俘获，已经转化成为劣势，只有大量铸造火炮才能改变这种不利的态势。他一边把留在江西的大炮运到前线，一边力请多铸西洋火炮，以资城守。他还推荐传教士阳玛诺、毕方济堪任此事，请速访求前来。然而好景不长，复职仅四个月，徐光启又受到阉党的攻讦，眼见练兵计划付诸东流，他愤然辞职，回到上海搞他的农学试验。

徐光启的练兵虽因层层阻挠而告失败，但也产生一些积极的效果。经过他训练的新兵在辽东战场作战，显示了顽强的战斗力，远比一般的明朝军队出色。他引进的西方大炮在宁远战役中发挥了巨大的威力，其中的一门被天启皇帝封为“安国全军平辽靖虏大将军”。在练兵过程中，徐光启还留下了二十四篇《练兵疏稿》和《选练条格》一卷。《选

练条格》共分选士、选艺、束伍、形名、营阵五章，在募选、训练、指挥、战法等方面都提出了一些重要思想。如关于选拔士兵，他提出“以勇、力、捷、技四者取之”。他特别强调军队要有严明的纪律，行动要一致，“如擂鼓要进，就赴汤蹈火也要进；鸣金要退，后面有水火也要退。众人共一耳，共一目，共一心，此齐众之一法，阵无有不坚，敌无有不破矣”。后来，徐光启把他有关军事问题的疏稿汇刻为《徐氏庖言》五卷，这是他留给传统兵学的一份宝贵财富。

时隔八载，徐光启再度投笔从戎。这时崇祯皇帝已经即位，惩治权阉魏忠贤，剪除了阉党势力。崇祯力图刷新政治，任用贤能，恢复了徐光启礼部右侍郎兼翰林院侍读学士协理詹事府事的原职。其实此职是徐光启辞官闲住时由魏忠贤之流封的，他并没有到任。1628年（崇祯元年）8月，徐光启束装就道，由上海到北京，觐见崇祯。次年4月升任礼部左侍郎，主持礼部日常事务。9月他又受命督修新历。正当徐光启全力以赴地筹划历局事宜时，后金军队由皇太极率领挥师入关，围困蓟州，攻陷遵化、抚宁，威逼京师。1629年（崇祯二年）12月，后金兵攻入大安口，京师宣布戒严。半月后后金兵已攻至北京德胜门。兵临城下，势如垒卵，崇祯急忙召集群臣，商讨退敌计策。徐光启在召对中力主守城，得到皇帝的首肯。徐光启随即放下历局工作，以主要精力从事火器制造和保卫京师的斗争。

年近古稀的徐光启，满怀爱国之情，日夜在城防上奔波，教练军士，布置防务，饥渴俱忘，风雨不避。他制定的《城守条议》，就守卫京师作出了具体规划。《条议》提出，应当动员广大市民投入保卫京师的斗争。城中并不缺乏智勇奇士，应广泛收求加以录用。不论是勇力绝伦的，武艺出众的，善用火器的，能造守城器械的，都可由京官保任。对于市民提出的有关城防的意见，不拘尊卑，每天由负责官员议定，可行的便通知各处遵照执行。如吏部主事杨伸有名家人善用石炮，徐光启提议任命他为教师，教守城军民制作炮架，临时施用。这些事实反映了徐光启的军事民主思想。正是因为徐光启采取了行之有效的举措，森严壁垒，严阵以待，才使得后金军队最终不敢进攻北京。

后金军队退去后，徐光启建议利用这段间隙，立即赶造火炮和加紧选练守城士兵，进一步巩固京师的防务。他指出，后金军之所以不攻京师，不攻涿州，就是因为畏惧火器的威力。这种当时最先进的新式武器，物料真，制作巧，药性猛，射程远，精度高。他筹划在北京设立一个小兵工厂，并建议在扬州、潞安开局铸炮。徐光启听到传教士陆若汉、公沙的西劳提议去澳门购炮和遴选铳师，极为赞赏，表示愿亲自前往。光有火器并没解决所有的问题，还必须有能熟练使用火器的军队。为此他提出一套组建和训练车营的办法。所谓车营，就是组成一支三五千人装备火器的队伍。这支队伍不但能守卫城垣，而且能出城作战。以此为基础，把习铳的军队扩大到二三万人，一半在城中训练，一半在城外巡守。制定训练计划要严格，办法要切实，“宁为过求，不为冒险；宁为摭实，无敢凿空”。1631年（崇祯四年）11月，徐光启又上疏皇帝，提出一个他精心设

计的精兵方案。这个方案的要点是，以六万人编为十五营，每营四千人，配备双轮车一百二十辆，炮车一百二十辆，粮车六十辆，另配西洋大炮十六门，中炮八十门，鹰铳一百门，鸟铳一千二百门。他请求以登莱巡抚孙元化的部队为基干，先组成一营，然后逐步扩展。练成四五营，则不忧关内；练成十营，则不忧关；十五营俱就，则不忧进取。可是两个月后，后金兵进攻关外大凌河，孙元化派部将孔有德增援，孔有德在吴桥发动兵变，西洋火器悉数落入孔有德之手，不久孔有德又带着这些武器投降了后金，致使徐光启的计划完全破灭。自此以后徐光启心灰意冷，再也不言兵事。

徐光启的军事思想中包括了许多有价值的见解。如他重视民众的作用，主张动员民众参加军事斗争；他注重提高军队的战斗力，主张严加选练；他认识到武器是克敌制的重要因素，倡议引进西洋火器；他反对平分兵力，主张集中优势兵力歼敌一路，等等。但他的军事实践却是失败的，具体的表现就是练兵计划的屡次落空。其根本的原因是晚明政治腐败，经济凋蔽。一方面是国力衰弱无力支付巨大的练兵制器费用，一方面是权奸当道，百般刁难，处处掣肘，单靠徐光启一人的苦心经营是无法挽回明王朝的颓势的。

精研天文　督修新历

在守城制器的前后，徐光启还领导了修改历法的工作。天文历算在我国有悠久的历史和辉煌的成就。十三四世纪欧洲的儒略历出现严重失误的时候，我国元代科学家郭守敬便制定了《授时历》，把中国历法提高到更加准确的程度。明代的《大统历》就是直接承袭《授时历》的。但是由于长期没有修订，到明晚期，《大统历》也多次发生显著的失误。

徐光启很早便潜心学习和研究天文学。天文学曾是徐光启学习西学的重要内容之一，入翰林院后，仍花了很大气力从事天文学的研究，他先后写了《山海舆地图经解》、《题万国二寰图序》、《平浑图说》、《日晷图说》、《夜晷图说》、《简平仪说》等著作。这说明徐光启不但对西方天文仪器的构造、原理、用途有了充分的知识，甚至对西方测天的方法和理论，也进行了深入的研究。徐光启在当时的天文学界已有较高的声誉，所以礼部在 1612 年（万历四十年）1 月奏请修改历法时，他便以“精心历理”与邢云路、范守己、李之藻等同时受到举荐。因万历帝久居深宫，疏于政务，此议被搁置下来。然而，徐光启并未放弃修改历法的努力，继续进行各方面的准备，如物色培养天文学人才，翻译西方天文学著作等等。

机会终于来了。1629 年 6 月 21 日（崇祯二年五月朔）日食，钦天监预推失误，而徐光启用西法推测食分时刻却被验证。崇祯严辞切责钦天监官员。在这种情况下，礼部奏请开设历局，修改明初开始推行的《大统历》。9 月 1 日，崇祯皇帝正式下令修历，并命徐光启督领修历事务，李之藻协理修历。历局设在宣武门内原首善书院。9 月 13 日，徐光启上《条议历法修正岁差疏》，提出修改历法的步骤和方法，急需的仪器及人员的调配等。这份文献实际上成为修历工作的纲领。后来他提出的“欲求超牲，必先会通；会通之前，必先翻译”，

则成为贯穿整个修历过程的指导思想。

按照徐光启的计划，修改历法应当以西法为基础。其中固然有西法运算周密，在推算上确实优于旧法的科学本身的原因，也有旧法创制已久，法理难明，而西法经传教士广为宣传造就了一批通晓天文历算的人才这种客观上的原因。徐光启把翻译西方天文学著作当作修历的第一个必须的步骤。那时传到中国的西方天文学著作虽然卷帙浩繁，如1620年传教士金尼阁携来的七千部书籍中，相当一部分是天文学著作。盲目翻译需耗费大量的人力物力，且旷日持久，显然不行。徐光启又有针对性的提出，要有选择地组织翻译，要区别轻重缓急，首先选译那些最基本的东西，循序渐进。在内容上要包括欧洲天文学的理论、计算和测算方法、测量仪器、数学基础知识以及天文表、辅助用表等的介绍、编算等。徐光启本人也积极投入了翻译工作，他参预编译的著作就有《测天约说》、《大测》、《元史揆日订讹》、《通率立成表》、《散表》、《历指》、《测量全义》、《北例规解》、《日躔表》等。

作为修历的组织者和领导者，徐光启的眼光并没有停留在译成一批西方天文学著作上。他的心愿是编成一部融汇中西历法优点，达到当时最高科学水准的历书。为了实现这个理想，徐光启对历书的结构作了精心的擘划。他提出整部历书要分为节次六目和基本五目。节次六目是《日躔历》、《恒星历》、《月离历》、《日月交食历》、《五纬星历》、《五星交会历》。这六种书由易到难，前后呼应，研讨天体运动的规律，介绍测算天体运动的方法。基本五目包括"法原"、"法数"、"法算"、"法器"和"会通"，是整部历书的五大纲目。法原是天文学的基本理论，包括球面天文学原理。前述节次六目即属于法原的范围。法数是天文表。法算是三角学和几何学等天文学计算中必须的数学知识。法器是天文仪器。会通是旧法和西法的度量单位换算表。这基本五目包容了有关天文历算的全部重要知识。以后《崇祯历书》的编写工作，几乎完全是按这个计划进行的。徐光启是历局的最高领导人，直接对皇帝负责。他主持历局的四年间，从制定计划、用人、制造仪器设备、观测、译撰直到钱粮细事，一应事务，无不操持，仅就各种事宜向皇帝上疏便有三十四次之多。他不辞辛劳，亲自参加撰写和编译工作。《崇祯历书》中的《历书总目》一卷、《治历缘起》八卷、《历学小辩》一卷，都是他独力撰著的。此外，他还要对全部书稿进行审阅和修改，作文字上的润饰。每卷要修改七八次才能定稿。1633年辞世前夕，他还上疏介绍剩余的六十卷书稿的情况。其中三十卷由他审改定稿，另三十卷草稿中也有十之一二经他修改，十之三四经他审阅。可以说，没有徐光启的全力支撑，历局工作顺利进展将是不可想象的。

徐光启深知实测天象对天文学研究的重要意义。为了使新历更趋科学，修历当中徐光启多次组织历局人员观测日月食、五星运动和节气时刻，取得了大量科学数据。每逢日月食，他常常亲往测候，尽可能掌握交食时刻和食分的第一手资料。此前，我国观测日月食多用肉眼，精确度很低。尤其在观测日食时，由于阳光强烈刺目，初亏与复圆的时刻很难定准，食分的大小也不易测准，食分小的日食更难发现。古代也曾有用水

盆映象的方法测量日食，但往往受水面摇荡的干扰。徐光启把刚刚传入中国的望远镜技术用于天文观测，取得了很好的效果。在他的治历疏稿中，多次提到用望远镜观测日月食的情况。其方法是在密室中斜着开一道缝隙，将窥筒眼镜置于此处，日食的情况透过望远镜投射到画好日体分数的图板上，亏复和食分一目了然。用这种方法大大提高了观测数据的精度。制造望远镜并用于天文观测，徐光启是我国历史上的第一人。徐光启自己备有一部《观景簿》，是他持之以恒观测天象的记录。其中有多年诸曜会合、凌犯行度和节气时刻的观测结果。1629年（崇祯二年），他还主持了一次天文大地测量，测定了山东、河南、湖广、四川、北京、南京等地的经纬度。测量中采用了西方先进的测量方法和技术。后来，根据实测的结果，他又主持绘制了一份当时最完备最精确的星表和星图。这份星图现即称为“徐光启星图”，它是我国目前所见最早包括了南极天区的大型全天星图。

对天文学研究来说，仪器设备的重要性比起其他学科更加明显。仪器设备先进与否，直接决定着天文学发展的水平和历法的准确程度。徐光启在改历之初，就提出了制造仪器的计划。他为此事专门上疏皇帝，提出“急用仪象十事”，建议制作地球仪、七政列宿大仪（即天球仪）、平浑悬仪、交食仪、60度纪限大仪、90度象限大仪、日晷、星晷、自鸣钟以及望远镜等十种仪器共二十七件。像这样大量引进制造西法仪器，是前所未有的。在原有的观测手段相当落后的情况下，引进仿制西法仪器是迅速提高观测水平的有效办法。当然，引进的目的是“会通超胜”，因此在实际制作中根据中国的情况作了适当的改造与变动，例如仪器上二十四节气的刻画，宫、度等对应的中文名称和刻度，仪器的造型风格的和花饰等等，都体现了中国的特点。徐光启等明代科学家在这方面的探索，为清初用西法浇铸大型铜质天文仪器积累了宝贵的经验。特别值得指出的是，伽利略望远镜问世不久，1618年由传教士邓玉函介绍到中国，徐光启便敏锐地感觉到它对天文观测所具有的重要意义，刚着手修历就装配了三架望远镜，使得观测精度大为提高。

精心培育造就科学人才，是徐光启主持修历期间的又一贡献。他以一个科学家的长远眼光和博大胸怀，把历局办成了一个延揽八方英才的科学家摇篮，表现出非凡的领导才能。在用人方面，他采用广咨博取、不拘一格的方针，果断宣布：“不拘官吏生儒，草泽布衣，但有通晓历法者，具文前来”，“果有专门名家亦宜兼收”。他把能明度数本原、精通测验推步、善于制造大小仪器的人选为“知历人”，参与修历，还招考能书善算的年轻人为“天文生”，进行重点培养。历局中不但有李之藻这样的对天文历法造诣甚深的中国学者，也有知晓西法的外国传教士龙华民、邓玉函、罗雅谷、汤若望等。为使修历大业后继有人，徐光启在培养扶持后生晚辈上倾注了极大的热情。他自知病重，便于1633年（崇祯六年）10月31日上疏，大力举荐原山东布政司右参政李天经，说他“博雅沈潜，兼通理数，历局用之尤为得力”，请求派他接替自己主持历局事务。李天经果然不负所望，在徐光启去世后秉承遗愿，主持完成了《崇祯

历书》。徐光启很重视培养官生。每一部书稿编写完，就把它作为教材向官生传授。这样做的结果，待到新历编成，一大批掌握新历法的天文学专门人才也就培养出来了。对历局工作人员的劳动成果，徐光启是十分尊重的。他在临终前还特意上疏，保举改历有功人员和学业优良的官生。历局全体人员团结一致，通力合作，终于使《崇祯历书》这部煌煌巨著得以顺利完成。

在巩固内部，充分发挥修历人聪明才智的同时，徐光启还同反对改历的保守势力进行了不懈的斗争。修改历法在封建社会是关系王朝统治的大事，一些拘守旧法冥顽不化的人，处心积虑地设置障碍，阻挠修历。1595年（万历二十三年）和1612（万历四十年）改历的呼声两度形成高潮，但终因这些人以“祖宗之制不可变”为辞极力阻止而夭折。新的历局设立以后，旧法与新法的论争也从未中断。徐光启从中国天文学发展的历史实际出发，反复阐说我国的历法正是由于不断改革而逐步完善的，治历明时要依据天时的变化，不能拘泥古法而违背天象。他为了回答来自守旧人物如冷守中、魏文魁之流的攻击，专门写了《学历小辩》一书。他在书中揭露了冷守中历书玩弄的神秘数学游戏，又指出魏文魁的历法书不但数据陈旧，理论和方法上也有许多矛盾和漏洞。徐光启还采取了用事实说话的办法，凡遇有日食、月食，他都预先公布推算结论，然后在北京观象台和国内其他地方观象测验，用测验的结果证实新法的正确和优越，借以回击守旧派，说服那些对新法怀有疑虑和成见的人。

徐光启对待修历的工作态度十分感人。当时他已是年近七旬的老翁，且又体弱多病，可对科学事业仍一丝不苟。每次观测，他总要登上观象台，亲自操作仪器或进行指导。1630年（崇祯三年）12月31日，他登台安排观测事宜，不慎失足坠落，腰膝受伤，很长时间难以行走。1632年（崇祯五年）5月4日月食，他不顾七十高龄，仍于夜间率领钦天监官员和历局人员一同登台，守候在仪器旁进行观测。当年6月，他以礼部尚书兼东阁大学士入阁办事，白天处理完繁忙的公事，入夜回到寓所，仍秉烛奋笔，审订新编成的历书草稿。1633年11月7日是他生命的最后一日，他念念不忘修历之事，再次上疏崇祯皇帝，推荐李天经接替历局事务。他身居高位，操守清介。死后囊无余资，官邸萧然，除却几件旧衣服，留下的只有一生著述的书稿。

《崇祯历书》虽非最后完成于徐光启之手，可他对于新历的贡献是其他人无法比拟的。这部凝聚了徐光启半世心血的天文学巨著，在他去世后的第二年（1635年，崇祯八年）全部告竣。全书洋洋一百三十七卷，先后分五次进呈。其中徐光启本人进呈三次，李天经进呈二次，李天经进呈的也多是经徐光启定稿和审改过的。《崇祯历书》是在明末中西文化交流新高潮的背景下完成的，是中外学者共同努力的智慧结晶。它不仅对传统天文学作了一个总结，有了新的发展，而且大量吸收了欧洲天文学的先进成果。它的问世，标志着我国传统天文学开始走上世界近代天文学发展的轨道。

与传统天文学比较，《崇祯历书》有许多新的改革和进步。它的主要成就

反映在下述几个方面。（一）引入了明确的地圆观念和地球经纬度的科学概念。这不但对破除旧有的天圆地方观念有着重要的意义，而且也大大提高了推算日食的精度。（二）认为各种天体与地球的距离不等，并且给出各种天体距地的具体数值，用于计算它们的行度。（三）引入了蒙气差校正，有助于提高观测精度。（四）引入了几何学和三角学的计算方法，简化了计算程序，提供了准确的计算公式，扩大了解题的范围。（五）提出了日月有高卑行度。日月在本天行度外还有循小轮运动，有距地远近的变化，应当根据这种变化精确计算日月的近地点和远地点。（六）引入了新的岁差观念，即恒星有本行，以黄极为极。（七）采纳了小轮体系和椭圆体系，用几何运动的假设解释了天体顺、逆、留、合、迟、疾等天文现象。（八）确定五星绕日运动，其运动方位是受太阳运动的速度变化而变化的。（九）引进了一套完全不同于传统天文学的度量制度。包括分圆周为360度，一日为96刻，60进位制，黄赤道坐标制等。这些重要变化，表明《崇祯历书》带来了中国天文学的一场深刻变革，对清初天文学的繁荣产生了积极的影响。

不幸的是，《崇祯历书》没能够立即颁行。曾被徐光启批评过的满城布衣魏文魁，利用徐光启去世的机会上言崇祯，攻击新历。崇祯命魏文魁另外组织东局，仍用传统的天文学理论制历与新法一试高低。待到崇祯皇帝认识到西法确实精密，欲颁诏实行时，明朝已临近灭亡。入清以后，曾参与修历的传教士汤若望把《崇祯历书》加以删改，上呈清廷，易名《西洋历法新书》，由清王朝颁行全国。

农政宏篇　福泽后人

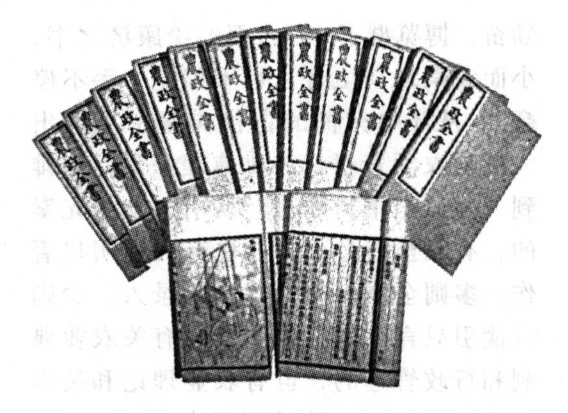
徐光启勤奋治学，学识淹博，对科学的贡献是多方面的。然而真正使他名垂青史的，还是那部里程碑式的农学巨著《农政全书》。《农政全书》是继汉代《氾胜之书》、宋代陈旉《农书》、元代王祯《农书》之后一部农业科学的百科全书，这部徐光启倾注了大量心血的宏篇巨制，集中反映了他对农业和农学的巨大贡献，代表了我国古代农业科学发展的最高水平。

如前所述，徐光启自小生长在农家，一向关心农业生产，醉心农学试验，搜集了丰富的研究资料和试验数据，积累了大量的经验和心得。在徐光启的一生中，也陆续撰写了为数不少的农学著作，如《农遗杂疏》、《屯盐疏》、《种棉花法》、《北耕录》、《宜垦令》、《农辑》、《甘薯疏》、《吉贝疏》、《种竹图说》等等。这些书的产生，大都是作者针对一些农业生产上的具体问题有感而发，或就某种作物的种植提出意见。《农政全书》则是徐光启对古今中外农业生产和农学研究的利弊得失，结合自己的亲身经验，所作的全面总结。

《农政全书》的准确完稿时间已难详考，但大致可以判定初稿约完成于1625年（天启五年）到1628年（崇祯元年）间。徐光启生前，这部著作未能最后定稿，也没有最后定名为《农政全书》，只是被周围的人泛称为《农书》。此书的编纂历时颇久。还在徐光启是诸生的时候，他已经萌发了撰著大型农书的意愿，十分注意收集农事资料，经行万里，随事咨询。考中进士后，他长期供职于翰林院，研究条件和撰著条件均

有改善，加上其后又有天津屯田的经历，大概已开始动手撰写，有得即书，渐积成帙。1619年（万历四十七年）他在写给座师焦竑的信中，曾经提到“《种艺书》未及加广”。《种艺书》很可能便是《农政全书》的原始稿本。1620年（泰昌元年），徐光启襄理军务，主持练兵，然处处受制，难以施展抱负，遂愤然于次年10月告病辞职。不久，又遭阉党参劾，罢官闲住。家居期间，徐光启对《农政全书》的草稿系统地进行增广、批点、审订、编排等工夫。直到天启六、七年间，工作大致告一段落，初稿基本编成。徐光启对此书寄予莫大的希望。据他的学生陈子龙记述，他曾经在徐光启担任礼部尚书时前去拜谒，徐光启对他说：“所辑《农书》，若己不能行其言，当俟之知者。”临终之际，徐光启还惦念着这部书，叮嘱孙儿徐尔爵：“速缮成《农政全书》进呈，以毕吾志。”可惜他终未能亲眼看到这一巨著勒定出版。徐光启去世后两年，即崇祯八年，陈子龙在娄县南园读书时，从徐尔爵处借得原稿过录，并送应天巡抚张国维、松江知府方岳贡阅览。张、方商定付刻，建议由陈子龙负责整理。据陈子龙说，徐光启的原稿“杂采众家，兼出独见，有得即书，非有条贯。故有略而未详者，有重复未及删定者”。陈子龙在谢廷桢、张密、徐孚远、宋征璧等人和徐氏子孙的帮助下，草拟凡例，删削繁芜，拾遗补阙，润饰文字，编次分卷，最后正式定名为《农政全书》，于1639年（崇视十二年）秋在陈子龙的宅舍平露堂付梓刊印。

经陈子龙整理后的《农政全书》，比起原稿，“大约删者十之三，增者十之二”，共六十卷五十余万字，分为十二目。十二目的分类由徐光启本人创制，包括：1.《农本》，2.《田制》，3.《农事》，4.《水利》，5.《农器》，6.《树艺》，7.《蚕桑》，8.《蚕桑广类》，9.《种植》，10.《牧养》，11.《制造》，12.《荒政》。



《农政全书》书影

《农政全书》的分类涵盖了国家的农业政策、农业生产的各种基本条件如土地、天时、水利和农具等，以及林、牧、渔、农产品加工和备荒、救荒措施的各个方面，既全面，又系统，在体系上远远优于我国古代的其他大型农书，而与三百多年后的现代农学范畴极为接近。我们由此可以窥见这位伟大科学家的匠心独运。从内容上看，《农政全书》大致由两大部分组成。一部分是摘引前人的文献资料，即陈子龙在凡例中所说的“杂采众家”，这占了该书的大部分篇幅；还有一部分是徐光启的个人撰述，即陈氏所谓“兼出独见”，大约有六万多字。无论哪一部分，字里行间，都体现了徐光启严格的科学精神和严谨的治学态度。

据统计，《农政全书》共征引了二百二十五种文献，此外，尚有部分未注明文献来源的不包括在内。徐光启一生

勤奋，博览群书，“大而经纶康济之书，小而农桑琐屑之务，目不停览，手不停毫”，从汗牛充栋的古代典籍中挑选出大量的农学资料，加以梳理条贯，编排到《农政全书》中去。所引文献有先秦的，有汉至元各代的，也有大量明代著作。多则全书、全篇、全章录入，少则只摘引只言片语。内容既有有关农业典制和行政管理的，也有农业理论和技术方面的，还有的涉及到历史、地理以至名物训诂等方面。徐光启杂采众家，广征博引，并非不加区别的一概照录，而是根据严格的编选原则，仔细地进行甄选。对于古代典籍中的阴阳五行谶纬等封建思想，他尽量予以剔除，摒弃不用。如对《氾胜之书》和《齐民要术》中的厌胜术等迷信内容，《农政全书》一概不予摘录。元末的《田家五行》，徐光启也只是选择了有科学价值的气象谚语部分。陈旉、王祯的农书都辟有“祈报篇”，宣扬农业收成的丰歉取决于祈天是否虔诚。徐光启反对这种唯心论的说法，《农政全书》一反旧例，不再设“祈报篇”。就是对那些已经摘入的文献，他也并不盲从前人的成说，而是大胆鲜明地亮出自己的观点和主张。这主要反映在他写的批注里。这些批注或诠释，或补充，或引证，或记事，或总结，或评论得失，或触类旁通。这些文字大都不长，内涵却非常丰富，不一而足。另外，徐光启对采摘的文献，每每圈圈点点，并用不少的符号加以区别，也自有其用意。

当然，最能反映徐光启在农学研究中取得的突出成就的，还是应当首推他个人所写的那一部分文字。这些文字都是徐光启对自己多年农学研究和种植实践所作的概括和总结，处处闪耀着科学的光彩。徐光启通过对蝗虫生活史的深入研究，发现了蝗虫的生活规律，为治理蝗灾提供了科学依据。他本人曾亲自试种过甘薯、棉花、女贞、乌臼、稻、麦、油菜等农作物和经济作物，对它们的习性有切身的体验，积累了丰富的栽培经验，他写下的心得就要比其他农书更深刻，更有实际指导意义。他对垦田、用水、养白蜡虫、养鱼也都有独到深刻的见地，在近八十种作物（包括农作物、果树、蔬菜、经济树木）项下写有注文和专文。这位科学巨匠坚决反对风土说，提倡异地引种的革新探索精神早已是有口皆碑。其实他还遗留下许多真知灼见有待发掘整理。比如，是他首先注意到把作物的收获部分，从谷实扩大到包含茎秆等的作物整体，用现代术语说，就是从经济产量的概念发展到生物量的概念。稗的产量低，历代农书都只当作备荒作物，徐光启却认为，“稗秆一亩，可当稻秆二亩，其价亦当米一石”，对稗的利用价值从生物量的角度作出正确的估价。徐光启的“独见”，或以整卷、整篇、整段的面目出现，或散见于引文之中，堪称字字珠玑。清初大学者刘献廷赞叹说：“玄扈天人，其所述皆迥绝千古”，“人间或一引先生独得之言，则皆令人拍案叫绝”。

下面再对《农政全书》十二目的基本内容作个概略的介绍。

《农本》三卷。农本思想在我国源远流长，自然经济和自耕农的大量存在是它的客观基础。农本思想的核心是把农业看成国家最重要的经济部门和主要的财政来源，把农民当作主要的统治基础和人力资源。这一思想在春秋战国时

代已经萌芽，到战国时得到了充分的发展。先秦诸子中的儒家、墨家、稷下学派、李悝、商鞅、韩非以及汉初的贾谊、晁错，都非常重视农业，坚持“农为政本”的主张。重农思想作为主导的经济思想，一直贯穿漫长的封建社会时期，到明清两朝没有根本的变化。素来抱有富国强兵理想的徐光启，继承了传统的重农思想，认为只有“务农贵粟”，才是国家的“根本之至计”。“古之强兵者，上如周公、太公，下至管夷吾、商鞅，各能见功于世，彼未有不从农事起者”。基于这种认识，《农政全书》开卷即言农本。首半卷《经史典故》列举了《五经》和史书中重视农业生产的言论和史实；一卷半《诸家杂论》摘引了《管子》、《吕氏春秋》、《亢仓子》、《齐民要术》等书的有关章节；第三卷全文收录了明人冯应京的《国朝重农考》。这些都是为了证明以农为本在中国有悠久的历史和深厚的社会基础，提醒人们关注农业问题，抓好农业生产，为国家富强社会安定打下坚实的根基。然而与古代农本思想重本抑末不同，生当晚明的徐光启坚持重本却并不抑末，反而提倡发展工商业，反映了资本主义生产关系的萌芽的经济要求，使他的农本思想有鲜明的时代特征。

《田制》二卷。一卷是徐光启自作的《井田考》，对西周井田制的划分方法进行了细致的考证，其中对西周度量衡与明代度量衡换算方法的确定十分精彩。别一卷引录了王祯《农书》田制图说的全文。他认为，王祯作诗的水平要比农学的水平高，他的农学远远赶不上《农桑辑要》的编者苗好谦、畅师文等。

《农事》六卷。其中《营治》二卷介绍了《齐民要术》，陈旉、王祯两部《农书》和《农桑辑要》中关于垦殖、收种、播种、中耕、除草、灌溉种种农田管理措施。《开垦》二卷引用了诸葛升、汪应蛟、沈一贯、耿桔等人关于开荒垦田的文章，还录入了徐光启自己的《垦田疏》。徐光启有亲自垦荒的切身经历，对如何开辟荒芜土地变为良田，增加国家收入有精辟的见解。他在这里补写的两段文字，即移民垦荒时“主客”关系的处理和垦荒前的准备事项，对指导垦荒很有实际意义。另有《授时》、《占候》各一卷，分别采自旧典章旧农书和老农经验。

《水利》九卷。徐光启十分关心水利问题，在《农政全书》的凡例中他便说：“水利者，农之本也；无水则无田矣。”另外，从本目在《全书》所占的比重也是可以看得出来的，其中《西北水利》一卷，《东南水利》三卷、《浙江水利》一卷、《灌溉图谱》、《利用图谱》各一卷、《泰西水法》二卷。在这些章节中，不但有对用水理论的探讨，有水利器具的制作和使用方法，还有改善地方水利的具体意见。《西北水利》主要摘录郭守敬、徐贞明的著作，范围包括西起甘肃，东至河北、山东的整个黄河流域。《东南水利》主要针对太湖流域，辑录资料的来源是宋人范仲淹、元人任仁发和明代的吴恩、夏原吉、徐贯、耿桔等人的著作。《浙江水利》主要谈论浙东绍兴、上虞、宁波一带沿湖筑堤蓄水工程。《农政全书》的灌溉及利用图谱，录自王祯的《农书》。徐光启对取水工具写下不少评注，表明他对这些工具器械作了深入的研究。《泰西水法》是徐光启与传教士熊三拔合译的著作，

介绍了一些西方的水利学原理和工程知识，其主要部分也被选入《农政全书》。

《农器》四卷。摘自王祯《农书》，介绍了常见农用工具的质料、形制、构造和用途，有较高的实用性。

《树艺》六卷。包含《谷部》二卷、《蓏》一卷、《蔬》一卷、《果木》二卷。大都是汇集以往农书中的材料，介绍了各种作物的特性、用途和种植方法。书中特别强调选种，说“种蔬果谷蓏诸物，皆以择种为第一义。种一不佳，即天时、地利、人力俱大半弃掷矣”。在说到甘薯时，书中充实了不少新材料，是徐光启写《甘薯疏》时征集到的。他指出了甘薯的十三个优点，认为此物易种高产，应大力推广。“甘薯所在，居人便足半年之粮，民间渐次广种，米价谅不至腾踊矣”。

《蚕桑》四卷。有《养蚕》、《栽桑》各一卷，《蚕事图谱》二卷，亦是采自王祯《农书》，介绍养蚕植桑的注意事项和养蚕工具、缫丝工具的使用方法，提出了“连冷盆”的建议。

《蚕桑广》二卷。其中《木棉》、《麻》各一卷。徐光启的家乡松江地区是盛产棉花的地方，他收集了不少民间的种植栽培经验，还专门写了《吉贝疏》，宣传推广植棉技术。在《农政全书》中，有关作物栽培谈得最多的也是棉花。他对选种、种籽的收藏和播前处理都有精辟独到的见解。他提倡早种，强调深根和病虫害防治，主张稀植、短干，重用基肥，这些措施都是适应当时耕作水平的。关于麻的种植则主要依据旧农书写成。

《种植》四卷。有《种法》一卷、《木部》一卷、《杂种》二卷。《种法》主要介绍园圃布局、树木嫁接、整枝、防鸟害、治虫等项技术。《木部》介绍了榆、松、槐、杨、梧桐、乌臼、女贞等三十余种树木的种法和用途。徐光启极力主张多种乌臼以取油料，多种女贞以取白蜡，称这两种树“其利济人，百倍他树”。对如何养虫生蜡作了生动细致的记述。《杂种》着重介绍了竹、茶、菊以及其他药用、染料和水生作物。

《牧养》一卷。谈到马、驴、牛、羊、鸡、鸭、鹅、鱼、蜂等家畜家禽的饲养技术。

《制造》一卷。主要讲述酿制酒、酱、醋技术和各种食物的制作方法、房屋建筑方法以及一些洗涤、收藏、修补方法。

《荒政》十八卷。从篇幅上看，这一部分占了全书的三分之一。其中《备荒总论》半卷引用了《穀梁传》、《荀子》、《管子》、晁错、陆贽、苏轼等大量古今文献中的救荒言论，以阐明“有备无患”和“人定胜天”的思想主旨，强调预防为主。《备荒考》二卷半分别列举了从隋到明历代备荒赈灾的措施，以及一些具体的渡灾办法。最后是《救荒本草》十四卷和《野菜谱》一卷，收录了可以代食充饥的草、木、粮、果、菜类数百种，供灾荒时采用。这一部分大概是因为徐光启的原稿比较凌乱，陈子龙在整理时没能仔细考订，多加斟酌，把徐光启抄录来供参考用的文献资料统统编了进去，所以夹杂了一些无用的，甚至有迷信思想的成分，与全书严整的章法显得不够协调。

徐光启编写《农政全书》，对于农田水利、土壤肥料、选种嫁接、防治虫害、改良农具、食品加工、丝织棉纺等

农业科学技术和农民生活的各个重要方面，都就当时能够达到的认识水平进行了深入细致的探讨，提出了自己的见解，并批判了阻碍生产技术进步的各种落后思想和落后方法。他把富国强兵的热望和对广大农民的深切同情寄托在这部划时代的巨著中。《农政全书》在历史上最早从国家政策的角度全面检讨“农政”的经验教训，对垦荒、水利、荒政给予特别的关注，系统总结了我国古典农业科学，这些都是他远远超出前人的地方。这样一部巨著，由一位年逾六旬、体弱多病的老者独力撰述，其艰难程度是可以想象的。只有凭着对国家对民族的挚爱和对科学的执着追求，凭着坚韧不拔的毅力和锲而不舍的精神，这位杰出的科学家才会给后人留下这样一笔丰厚的遗产。

虽然因为时代条件的限制和认识水平的局限，以及整理者未能完全理解徐光启的编写意图，使得《农政全书》也有一些不足之处，但瑕不掩瑜，随着时间的推移，这部著作蕴含的巨大科学价值，越来越清楚地为世人所认识。自从平露堂版本《农政全书》问世以来，此书一再被刊刻印行。迄今为止，《农政全书》的各类版本不下十种，对指导我国古代农业生产发挥了重要作用。作为我国传统农学发展史上的里程碑，它将永远熠熠生辉。

徐光启生活的时代，正是中国封建社会的末世。新生的资本主义生产关系萌芽，尽管最早在他的故乡孕育生长，毕竟还相当微弱，更谈不上在政治舞台和意识形态方面为自己争得一席之地。主宰着徐光启和与他同时代知识分子的，依然是封建正统思想。作为占统治地位的地主阶级的成员，虽然最后升迁到内阁大学士的高位，但仕途多艰，他在政治上的建议和主张很少被采纳，始终没有机会施展其富国强兵的抱负，建树不大。虽曾一度督练新军，也因处处受制而失败。可是，徐光启毕竟与一般封建官僚的声色犬马、奢侈糜烂不同，他清白自守，淡于名利，把全部聪明才智倾注于科学研究事业，对祖国科学发展作出了杰出的贡献。他的科学思想，如注重逻辑实证，采用实验手段，强调会通中西，讲求实学，重视培养人才，在中国科学发展史上占有重要地位。他主持编写《崇祯历书》，尤其是独自编著《农政全书》，创下了辉煌的科学业绩。所有这些，都是人们至今仍对他怀念和景仰的根本原因。

【宋应星】

在十七世纪上半叶，全世界只有极少数几个国家刚刚摆脱封建制而进入资本主义时代。当时的中国正处在封建社会后期，在商品经济不断发展的基础上，也已具备了资本主义萌芽的条件。就在



宋应星




《天工开物》之炼铜图书影

这样的历史条件下，明末杰出的科学家宋应星编写了一部百科全书式的科技文献——《天工开物》。这部著作告诉我们：我国古代劳动人民在长期的生产斗争中，作出了多么可贵的创造，积累了多么丰富的经验；许多生产工艺达到了很高的水平，有的在当时的世界中是居于先进地位的。《天工开物》已经译成日、英、法等多种文字而传遍世界。国外科技界，有的称誉宋应星为“中国的狄德罗”（法国资产阶级革命时期重要文献《百科全书》的主编），有的称《天工开物》为古代“中国技术的百科全书”。可以说，宋应星及其名著《天工开物》，不仅在中国的、而且在世界的古代科学技术发展史上，都占有一定的地位。

宋应星的简历

宋应星，字长庚，明朝万历十五年（1587）出生在江西南昌府奉新县北乡瓦溪牌村。他的曾祖父宋景，曾任南京光禄寺卿、工部尚书等高官。明朝从南京迁都北京后，在南京仍保留一套中央官署；光禄寺卿是掌管宫廷膳食的光禄寺的长官，工部尚书是掌管各项工程事务的工部的长官。宋景第三子宋承庆是县学廪膳生。当时读书人考进了府州县官学的，统称生员，别称庠生（古时称学校为庠）、秀才；其中由官府提供膳食津贴的叫廪膳生员。宋承庆二十六岁上就死了，留下一个儿子宋国霖。宋国霖在科举道路上失意一生，至死还是个庠生，他就是宋应星的父亲。宋应星的生母魏氏，原是奉新一个农家女子，因为家里穷，嫁给宋国霖为妾（小妻）。宋家原来颇为富裕，后来遭了大火，家境就中落了。宋应星就出生在这样一个衰落中的封建士大夫家庭；他在弟兄四人中排行第三。

宋应星小时在他父亲的管教下识字读书，稍大一些，跟比他大十岁的胞兄宋应升一起，在叔祖父办的私塾里读了八年书。他勤奋好学，除了熟读《四书》、《五经》这些儒家经典以完成科举考试所必需的课业外，还阅读《左传》、《国语》、《史记》等各种史书，以及诸子百家、语言文学、自然地理、农业工艺等各方面的书籍，从而丰富了知识面，使自己不同于那些死啃八股文章的书呆子。

宋应星刚满十八岁时，四兄弟就分家各自生活了。他父亲不是官，家境又中落了，尤其因为他是庶子——小妻所生的儿子，这种身分在封建社会里容易遭到流俗的歧视。在这种环境下，宋应星渐渐地养成了“僻心违俗”，孤僻而不肯随俗浮沉的性格。他不愿阿谀尊贵和谄媚名流，而喜欢结交为人清正耿直、不甘与流俗为伍、勤于著述以及爱好藏书、刻书等等那样的人士，其中包括和尚、道士等所谓“方外”之交。

在当时，知识分子大都以参加科举考试为出路，宋应星也是如此。明代时，生员参加每三年一次在省会举行的乡试，考中的称举人；举人参加每三年一次（乡试的次年）在京师举行的会试，考

中的再经过殿试，称进士，头名进士就是状元。万历四十三年（1615），宋应星和他的大哥宋应升一起参加江西省乡试，两人同榜考中举人，宋应星名列第三。同年冬，他俩兴致勃勃地离开家乡，来到京师北京，于次年参加会试，结果没有考中。事后得知，这次考试有严重舞弊行为，状元的考卷竟是别人代作的。这样的事怎不令人气愤！宋应星想到祖父和父亲在科举道路上消磨青春的辛酸遭遇，功名心不由得冷淡下来。他回到家里，很感慨地把自己的书房命名为"家食之问堂"，意思是：宁愿在家吃普通百姓的饭，不追求做官吃俸禄。此后，他虽然还和大哥一道参加过几次会试，但历试未中，于是愈来愈把精力用于游历考察，通过实际见闻，把各地农业和手工业的生产技术和经验，点点滴滴地记录下来，为编写一部科技专著作准备。

崇祯四年（1631）的会试，宋应星没有参加。他大哥宋应升这一回是第六次应试不中，就在北京等候选官（会试不中的举人可以候选官员），结果被派为浙江桐乡县知县。崇祯七年（1634），宋应星已经四十七岁了，大概由于家庭生计等原因，他到本省袁州府的分宜县，任县学教谕。教谕是县学教官，级别很低，月俸只有二石米钱，是当时一般士大夫鄙薄的所谓冷官。

当冷官有个好处，就是事少闲暇多。所以宋应星当了四年教谕，能专心致志地从事著作。崇祯九年（1636），他写了议论当时政局的《野议》，并把另一部著作《画音归正》交给友人刊印。崇祯十年四月，完成了准备已久的科技专著《天工开物》；同年六月、七月，先后写了《论气第八种》和《谈天第九种》，都是关于自然学说的著作。

崇祯十一年（1638），宋应星升任福建汀州府（府治在今长汀县）推官——掌管刑狱审判的官员。推官，当然是根据封建王朝的法律办事的。不过，宋应星为官清廉，比较关心民间疾苦，所以名声很好，州里不少老百姓的家里还挂了他的画像以示敬仰。崇祯十三年（1640），上司责备他没有全力镇压"海盗"，他一气之下，就卸任回家。

宋应星在家乡住了三年，平日以诗文自娱，流传下来的有《思怜诗》一卷。就在这几年，李自成、张献忠领导的农民大起义正在猛烈地发展着，各地农民纷纷响应。崇祯十六年（1643），奉新县就有一支以木工李肃十为首的农民队伍起来反抗官府。宋应星在一般情况下是同情穷苦人民的，但当人民起来造反，在他的家乡点燃了起义烈火时，他为维护地主阶级的统治地位，终于直接参与了当地官府豪绅镇压起义的罪恶活动。李肃十率领的起义队伍很快就被镇压下去了。宋应星因此受到官府的保荐，于这年七月任亳州（今安徽亳县）知州，知州是州的行政长官。亳州一度被李自成起义军攻占过，这时虽然仍归明政府管治，但明王朝在农民大起义的沉重打击和清兵的进攻下，就像一艘漂荡在大海中的破船，即将覆没了。

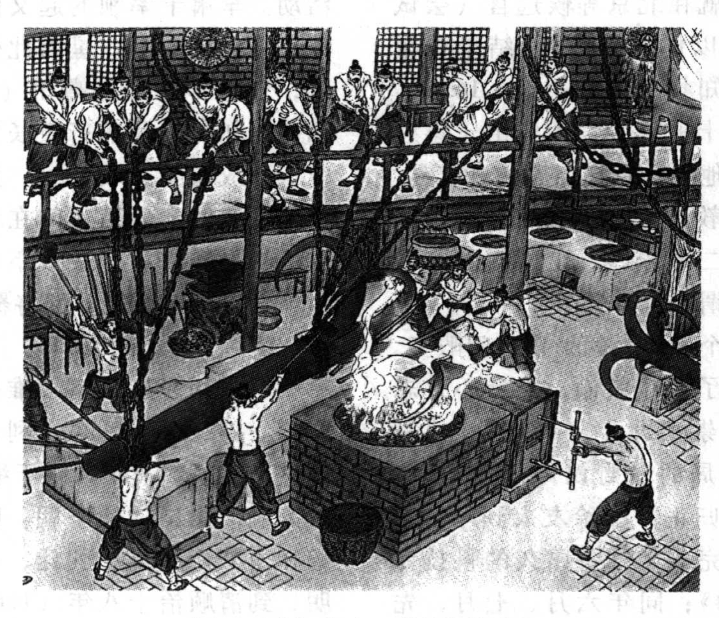
崇祯十七年（1644）三月，李自成率领农民军打进北京，推翻了明朝中央政权。不久，农民军失利，清军于五月间进占北京。清王朝终于继明王朝之后，成为统治全国的新王朝。明朝几个藩王曾在南方建立过小朝廷，历史上称为南明，到清顺治十八年（1661）也最后覆亡。宋应星在清兵人关后就弃官回家。

此后，他的胞兄宋应升和其他一些亲友，在南方参加过抗清活动。据宋应星一个族侄为他写的传记，他曾任滁和道和南瑞兵巡道。而这应该是他在南明政权担任的官职，可见他也投入过抗清斗争。他在抗清失败后的归宿，缺乏记载，传说他晚年云游四方，不知所终；有的书上说他可能卒于顺治康熙之交。有关宋应星生平的历史资料极少，解放后发现了他的《野议》、《思怜诗》、《论气》、《谈天》四种著作，从而提供了了解他的政治思想和自然学说的新材料。

宋应星的政治思想

《思怜诗》包括《思美诗》十首和《怜愚诗》四十二首。《思美诗》中肯定"孝悌"、"忠信"等儒家说教，赞扬所谓"释氏观心"的佛教哲学，这无疑是宋应星世界观中的糟粕。但这类诗不多。在《怜愚诗》中，他对统治集团的腐化丑行，对富贵之家的刻剥贪婪，对士风不正以及社会上的种种迷信陋习，给以辛辣的讥讽；这些诗虽然诗味不多，但明白如话，是非分明，直截了当地表达了他对社会黑暗面的痛恨。《野议》一书比较集中地阐述了他的政治思想，这里来着重介绍一下。

《野议》是一本小册子，包括序言和十二篇短小精悍的论文。在这本书中，宋应星以他敢于直言的坦率态度和通晓易懂的文字，广泛地议及明末的政治、经济、军事、科举等各方面的问题。宋应星认为明末天下大乱，而"乱极思治"，应该改革弊政，拨乱图治。他提出的改革方案，如要求朝廷免去老百姓历年拖欠的赋税而不再追缴，选派官吏要做到"大公至正"，要知人善用以得"求将"之道，科举考试要杜绝"请托"，等等，这显然是已经十分腐朽的统治集团所不能实行的。而且所谓图治，无非是站在封建士大夫的立场上，想挽救在农民起义冲击下行将覆灭的明王朝的统治。那末，《野议》有什么值得重

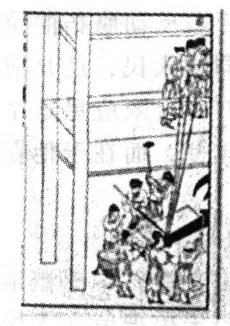


《天工开物》书中一制锚场景图绘

视的呢？宋应星说，这本集子定名为“野议”，就是因为它是不同于“朝议”的“从野而议”。我们说，《野议》内容之重要，就在于它体现了历史上进步的知识分子敢于批评时政得失、揭露统治集团罪恶的传统。

宋应星尖锐地抨击封建统治阶级残酷压榨人民和奢侈挥霍的罪行。他指出：朝廷借筹办军饷为名，“搜刮与加派”有增无已；皇帝派出去的宦官和地方上的藩王“骚扰又日新而月盛”。他愤慨地写下他目睹的事实：“今方春二月，新谷尚未播种，而严征（赋税）已起者纷纷矣。”老百姓缴不起沉重的赋税，官府就严刑追逼。官绅地主则乘机兼并土地，大放高利贷，“剥削耕耘蚕织之辈”，过着花天酒地的生活。一方面是人民“卖妻鬻子以完（税）者不一而足”，一方面是“有钱者奢侈日甚”。

他大胆地提出，不应向民间增赋，而应该“节省无益上供”。所谓上供，是指皇帝为了宫廷享受而令各地进贡的物品。宋应星质问道：朝廷每年令仪真（今江苏仪征）上供酒缸十万口，难道酒缸只能用一年“而明年遂不可用”？宫内糊窗纸，花一千两银子在市上购买就够用了，为什么要广信府（今江西上饶一带）上缴大量窗纸，竟“岁费一二十万”两银子呢？湖南和浙江的几个府上贡黄丝绢给宫内做门帘，动以百万匹计，而“解至京师，何尝切用”，真是劳民伤财。他还揭露，宫内每发一次宦官买靴费，竟达银一百三十万两，这笔巨款“将焉用之”，无非是吮吸人民的脂膏。明朝末代皇帝崇祯是标榜节俭的。宋应星却挥笔质问：崇祯即位以来，“十年议节省，谁敢议及上供者？”他直接指斥皇宫的滥费，这是很需要一点勇气的。




《天工开物》之锤锚图

宋应星进一步指出，“朘削酿乱”，意即残酷压榨是导致人民造反的原因。因此，他虽然对起义者使用了“寇盗”之类的污蔑之词，但《野议》在实际上所抨击的并不是起义农民而是反动统治者。他说，崇祯初年陕北农民起义，是“逃兵倡之，饥民和之”；接着山西农民纷起响应，这是因为在官绅巨商的榨取奴役下，“百姓经年恨怒”，所以邻省起义队伍一来，也就立即反起来了。各地情况都是如此，参加起义者“今日百而明日千”，“此方五万，彼方十万”，农民大起义的滚滚洪流就这样形成了。《怜愚诗》之六是讥刺高利贷者的：“青苗子母会牙筹。吸骨吞肤未肯休；直到饥寒群盗起，先从尔室报冤仇。”这首诗的意思很明白，作者认为那些“吸骨吞肤”地榨取人民的剥削者受到起义的打击，是咎由自取的。

当然，宋应星反对朝廷官府和豪绅巨商们穷凶极恶地压榨人民，归根到底，是为了缓和地主阶级同农民阶级的矛盾，以挽救已经动摇的明王朝。他的“思治”，就是想维持地主阶级的统治；对于要推翻这个统治的农民起义，则是反对的，因为他毕竟是地主阶级中的一员。

但是他敢于揭露和抨击反动腐朽的统治者，在一定程度上同情人民，还是应该肯定的。不过，我们肯定宋应星这个历史人物，主要不在于此，而在于他在科技方面的杰出贡献。

《天工开物》的写作思想

宋应星在《天工开物》中感慨地写道：富贵人家的纨袴子弟把劳动人民看作罪犯，读死书的经生则把“农夫”一词当作骂人的话语；人们餐餐吃饭，“知其味而忘其源者众矣”。又说：那些王孙帝子，生长深宫，虽然御厨饭香，宫衣锦绣，却没有见过农具和织机；对这些人来说，打开《天工开物》的图卷看看，是能使他们长些见识的。他在序言之末愤懑地挥笔直书：请热衷于仕途的“大业文人”们把这本书扔在一边吧，“此书于功名进取毫不相关也”。

不是为了功名利禄，而是出于关心国计民生，出于重视社会生产和商品经济的发展，重视农业和手工业的应用技术，宋应星才从事编写《天工开物》这部巨著。在叙述此书的内容之前，让我们先扼要地介绍一下宋应星的经济观点。

宋应星正确地指出，只有依靠生产才能增加财富。许多人的眼里惟有白银是财，而不知“财者，天生地宜，而人功运旋而出者也”；即是说，财富是人们利用自然界所提供的条件，通过劳动而创造出来的。他说，今天所缺少的，是田里的五谷、山里的木材、村边的桑树、池塘里的鱼，等等。只有物资富足了，财源才能充实，贸易才有货源。

他也重视商品经济。他曾以食盐为例，指出盐为人们食用必需品，盐税为国家财政收入的来源之一，所以食盐的产销有关于国计民生。明天启年间（1621—1627）开始，政府大增其税，使许多盐商纷纷破产，结果是盐税的来源也大大缩小了。他从中得出“商贫于政乱”的结论，主张改革盐政，反对政府在税收上采取竭泽而渔的办法。他认为，应该在发展生产，“通商惠民”，改善民生的前提下，来筹措国家的财政收入。

《天工开物》中还谈到对外贸易。“舟车”卷上说：世界上“人群分而物异产”，通过贸易，交换各地物产，才能体现出世界之大；如果各居一方而老死不相往来，那就不行了。人们凭借舟车“梯航万国”，开展对外贸易，有助于京师的繁荣，这就是例证之一。明代时中西海上交通和对外贸易比较发达，这是社会经济发展的结果。宋应星反对闭关自守，主张发展对外贸易，正是反映了这种社会经济向前发展的趋势。

宋应星在重视生产的前提下，肯定了人的正常的物质需求。他反对虚伪的禁欲主义，认为人们在衣食等方面爱好气味芳香、色泽艳美、饮食甘味等等，是正当的。他强调劳动工具的重要性，因为有了“利器”（好的工具），才能制造出好的产品。人依靠劳动，制造出种种体现人类文明的精美的器物，真是“人工表异”，“文明可掬”！

重视社会生产和商品经济的发展，重视人的劳动技能和生产工具，这是进步的观点。宋应星具有这样的观点，又进行了长期的实地考察和研究工作，终于写出了《天工开物》这部不朽之作。

《天工开物》的各卷内容

“天工开物”一语是什么意思呢？“天工”一词最早见于先秦古籍《尚书》；“开物”一词源出另一先秦古籍

《易经·系辞上》。天工指的自然力，开物则指的人工。在宋应星看来，包括天地万物在内的整个自然界，是靠自身的运动变化（所谓“天工”）形成的。但是“人工”往往“巧夺天工”，有许多先进的发明创造。《天工开物》一书就论述了劳动者“巧夺天工”的技艺。总的来说，在人类社会中，是由于“天工”和“人工”的共同作用，才创造出万物。“天工开物”的意思就是“自然和人工共同开创万物”。

《天工开物》广泛地总结了我国古代主要是明代的农业和手工业的技术成就，内容充实，文字简洁，插图生动，别有风格，不愧为我国古代一部百科全书式的杰出的农艺学和工艺学的文献。全书分上中下三部，再依不同生产部门，编列十八卷；各卷标题多引用古书中词句，大概是表明该项生产古已有之。现将各卷内容简介如下：

第一卷“乃粒”：指谷物粮食。《尚书》有“烝民乃粒”句，指民众粮食。本卷记述稻、麦、粱、粟（小米）、胡麻（芝麻）和菽（豆类）等各种作物的种植技术、农具以及灌溉机械的使用方法。

第二卷“乃服”：指衣服。古代蒙学课本《千字文》有“乃服衣裳”一语。本卷介绍养蚕、缫丝、棉和麻的栽培以及纺织的技术，附有各种纺织机械的构造和操作技术。

第三卷“彰施”：指染色。《尚书》有“以五采彰施于五色作服”一语。本卷记述了二十四种颜色的质料、七种染料植物的种植和染色的方法。

第四卷“粹精”：指谷物加工，取得谷物中纯粹、精华的部分。本卷介绍稻、麦、黍（糜子）、稷（黍的一种）、小米、高粱、芝麻、豆类等粮食的加工方法。

第五卷“作咸”：指制造食盐。《尚书》有“润下作咸”一语。本卷记述海盐、池盐、末盐（用地碱煎的盐）和崖盐（岩盐）的生产技术。

第六卷“甘嗜”：指制糖。本卷介绍种蔗、制糖、养蜂以及用谷物制造糖浆的技术。

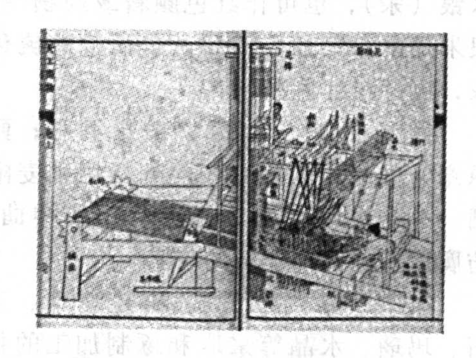
第七卷“陶埏”：指陶瓷生产。《荀子》有“陶人埏埴（揉粘土）而为器”一语。本卷介绍烧制砖瓦、缸瓮和其他陶瓷器的生产。

第八卷“冶铸”：叙述钟、鼎、锅、炮、钱和铜镜、佛像等的铸造、原料配备、造型工艺及铸件修补方法。

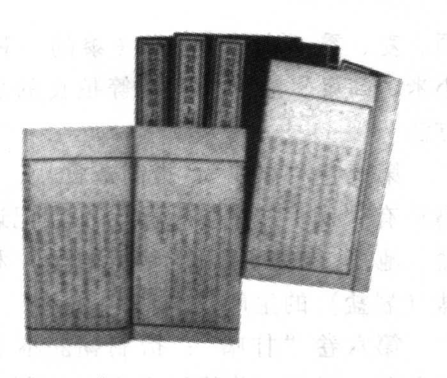
第九卷“舟车”：叙述车辆和船舶的种类、结构、制造方法以及驾驶操作技术。

第十卷“锤锻”：叙述冶铁（锤、锻、焊接等）、炼钢、冶铜（熔、锤、焊及合金）和锻铸斧、锄、铧、锥、锯、刨、凿、锚、针等各种铁件的技术。

第十一卷“燔石”：指烧制矿石。本卷介绍烧炼石灰、蛎灰、矾石、硫黄、砒石，以及开采煤炭的技术。



《天工开物》之花机图



《御制数理精义》书影

第十二卷“膏液”：指油脂生产。本卷叙述各种食油、灯油和制烛用油的榨油技术。

第十三卷“杀青”：指造纸。《后汉书》有“欲杀青简以写经书”一语。本卷介绍制造各种纸张的技术。

第十四卷“五金”：关于金、银、铜、铁、锡、铅、倭铅（锌）等金属矿物的开采和冶炼技术。

第十五卷“佳兵”：指兵器。先秦哲学著作《老子》有“夫佳兵者，不祥之器。”一语。本卷讲弓、弩（用机械发射的弓）、箭、干（盾牌）、火药和各种火器的制造技术。

第十六卷“丹青”：指颜料。《汉书》有“丹青所画”一语。本卷叙述朱砂、水银、银朱和烟墨的制造技术。朱砂即辰砂（硫化汞矿物），可从中提炼水银（汞），也可作红色颜料或药物用。银朱是由水银加硫黄后升华而成的硫化汞，也可作红色颜料。

第十七卷“曲糵”：曲指酒母；糵原意为稻麦等的萌芽，此处指用稻麦酿酒。本卷讲制造酒曲、配药用的神曲、防腐用的红曲和酿酒的技术。

第十八卷“珠玉”：讲述珍珠、玉石、玛瑙、水晶等采取和琢制加工的技术。

除上述十八卷外，原来还有“观象”、“乐律”两卷。全书付刻前，宋应星感到自己对这两门学问研究得还不够，便把这两篇删掉了。

《天工开物》各卷的先后次序，宋应星在自序中说，是根据“贵五谷而贱金玉之义”编排的。关于粮食和副食品的生产技术的叙介，占了全书三分之一的篇幅，体现了以农业为本的传统思想。宋应星在重农的传统基础上，又以很大的注意力移到手工业生产方面，书中关于手工业生产的卷数占总卷数的三分之二。宋应星重视手工业生产，这是同当时的商品经济比较发达、手工业品的需求有所增长、手工业生产技术有所改进的情况相适应的。书中关于各项生产部门的记述，涉及品种、来源、产区、工具使用、制造方法、操作过程、天然灾害等等许多方面，比较完整地、全面地反映出当时农业和手工业生产技术发展的情况。

《天工开物》初刻本还附有一百二十一幅插图，描绘了一百三十多项生产技术和工具的名称、形状、工序。图中出现了二百七十多名劳动人民的形象：有耕耘田地的农民，有织制彩锦的工匠，有航行江海的船夫，有许多年老工人，也有牧童少年，还有从事纺织的妇女，以及入河采玉的少数民族，此外，还有在演习和作战中的士兵。看着这许多生动的画面，我们好像被带进到了三百多年前的生产现场。用这么多的画面来表现劳动生产和劳动者，这无论在我国还是世界的古代科技书上都是罕见的。插图中有结构比较复杂的机械图，如花机、水碓、水车等，比例大体恰当，具有立体感，绘制的技巧相当高。这些插图，

对于研究我国古代（特别是明代）的科技史和劳动人民的生产活动，是很重要的形象资料，已为现代中外科技史著作所大量引用。

《天工开物》的科学价值

《天工开物》记述了我国古代在当时世界上处于先进水平的生产技术，书中讲到的许多机械和工艺体现了我国古代劳动人民的智慧和创造力。这里试从几个方面，来谈一谈《天工开物》的科学价值。

（一）农业和生物学方面：

我国是世界上最大的农作物起源中心，很多农作物是我国古代劳动人民最早从野生植物驯化选育而成的。明代时农业生产更有所发展，以水稻生产为例。《天工开物》就作了详细的记述。书中谈到品种和浸种、育秧、分栽的技术，谈到早稻、晚稻和间作的双季稻的栽培方法，记录了某些水稻品种的变异现象。关于施肥，除举出人畜粪便、榨油枯饼、草皮、木叶等以外，还提到南方用磨绿豆粉的水浆灌田，黄豆价贱时以豆作肥料，这是以前的农书中所没有谈到的。关于改良土壤，讲到对土性带冷浆者施用骨灰和少量石灰，对土质坚硬者要用烧土法；这是我国关于合理使用磷肥的最早记录。并于耕作和田间管理，记载了耕、耙、耘、耔（培土）的工具和技术。灌溉方法，记述了筒车、牛车、踏车、拔车等各种水车和井上汲水工具桔槔等灌溉工具的使用效率。此外，还总结了水稻因遇水、旱、风、虫、雀鸟啄食等而出现的八种灾害及其防治方法，这在古农书中也是罕见的。《天工开物》讲到的水稻耕作技术，有许多直到现代还在使用。

《天工开物》广泛地记载了各地农作物的品种和特性，叙及土壤、气候、栽培方法对作物品种变化的影响。例如：南方水稻因干旱缺水的影响，经过人工培育而变成旱稻，可在高地种植；在北方，大麦品种“随土而变”，黍粒的大小则受土质肥瘦和季节的影响。宋应星在大量观察的基础上得出结论说：“五谷不能自生，而生人生之”，这是指农作物要靠人工培育；“种性随水土而分”，这是说物种因环境条件的变化，经过人工培育，可以改变品种的特性。这个结论是符合科学的。

我国养蚕业有悠久的历史和丰富的经验。《天工开物》记述了将黄茧蚕同白茧蚕杂交，培育褐茧蚕，又将“早雄”（一化性雄蛾）同“晚雌”（二化性雌蛾）配种杂交，从而培育出“嘉种”的经验。这是生物学史上的珍贵记录，说明利用杂交优势，在我国古代已经出现。

我国古代种植甘蔗和提制蔗糖的技术，宋代王灼的《糖霜谱》已有专门记载。《天工开物》叙介的有关技术则大大超过了前书所述。“甘嗜”卷除肯定“锄耨不厌勤”的精耕细作的传统要求外，讲到因地制宜种植甘蔗，育苗移秧（有利于适应抗旱、提早成熟、提高单产等），平放双芽苗（避免下种时一上一下，致芽难以生长），使用清粪水（速效氮肥）催芽等等，这在当时来说都是先进的增产措施。

我国是世界上最早懂得利用微生物发酵来加工食品的国家，三千多年前就知道用曲酿酒和制酱。《天工开物》记载的制曲方法，是这方面经验的总结；其中所记对食品具有防腐防臭作用的红

曲，就是古代劳动人民的一项创造。书中提到用明矾水（无机物溶液）培养纯化红曲种（微生物），这种方法至今还是有用的。

（二）采矿和冶金方面：

我国采矿和冶金的历史也是十分悠久的，但从《天工开物》开始才有关于采矿方面的专篇著作。该书“五金”，“燔石”和“丹青”等卷记载了矿产三十多种，保留了古代采矿知识的珍贵资料，在我国科技史上第一次对地下矿藏的开采方法，包括井下巷道的支护、通风、矿井的提升和充填等，有比较具体的论述。从中可以看出，明代时我国冶金和金属加工生产的规模、产量和技术，都处于世界的先进地位。

炼铁方面，炼铁炉已使用活塞式木风箱，可以连续鼓风，强化冶炼过程，这项重要发明比欧洲要早。《天工开物》的记载，反映出当时炼铁技术的几个特点和优点。第一是钢铁生产程序的创造：先把铁矿石炼成生铁，再由生铁炼成熟铁，然后由生铁、熟铁合炼成钢。第二是炼铁炉操作的半连续性：在第一炉出铁之后，用泥堵住出铁口，鼓风再炼二炉。这比当时欧洲的间歇式生产要先进。第三是生铁、熟铁连续生产的工艺：把炼铁炉和炒铁炉串联使用，使从炼铁炉流出的生铁水，直接流进炒铁炉炒成熟铁，从而减少了一次再熔化的过程，既加快了速度，提高产量，又节省了燃料。当时的欧洲还没有这种方法。第四是熔剂的使用：把生铁炒成熟铁的时候，用细泥灰作熔剂，撒在铁水上面，同时用木棍不停地搅拌，以加速生铁的氧化。这些技术在当时都是先进的。

铸造方面，《天工开物》介绍了铸造大锅和万斤以上的铁钟、铜钟、香炉的方法：先调和石灰、泥和细砂，制造内模；再用牛油、黄蜡涂附在内模上面，平整后雕刻文字或图案。另用极细的泥粉、炭末调成稠糊，逐层涂铺在油蜡上面作为外模。然后用慢火烘烤，使里面的油蜡熔化流出，形成空腔。再在模型的四周修砌几个熔炉和泥槽，等钢或铁熔化时，一齐打开出口，让钢液或铁液汇注入模内。这种用小炉群汇流和连续浇注作业来铸造大型金属器件的技术，熔模失蜡的铸造工艺，以及铸钱用的砂型铸造工艺，不仅在当时是先进的，而且它的基本方法在近现代还在使用。

关于金属的热处理和加工工艺，《天工开物》讲到了从“重千钧”的大铁锚到“轻一羽”的绣花针的不同制品的生产过程。制针时，先用生铁做成拉丝模型，进行冷拉，剪成针坯，然后入锅炒熬，炒后，用泥粉掺入豆豉（作促进剂）、松木和火矢（一种渗碳剂）三物盖在上面，再加热，最后经淬火成针，这在当时也是先进技术。至于制锄用的“生铁淋口”法，即在熟铁坯件的刃部淋上生铁，经冷锻，淬火后渗碳，这是我国古代劳动人民创造的液态渗碳工艺。

（三）化学方面：

《天工开物》记述了某些金属元素的化学性质，还分别比较了几种金属的活泼程度，并利用它们之间的差异来分离各种金属。例如要提纯杂金，就在坩埚里加人熔点较低、能起助熔作用的硼砂，可以分出金来；然后放一点铅，再把银分离出来。如要去掉银里的杂质，方法是将杂银送入高炉用猛火熔炼，撒上一些硝石，使其中的铜和铅全部结在埚底。

该书还记录了若干起化学反应事例。如用铅和醋制成胡粉（又叫白粉，即碱式碳酸铅），这是化合反应；用铅提纯银，这是分解反应；用葱汁拌入黄丹（氧化铅），慢火熬炒，就能把黄丹还原成铅，这是置换反应。这说明，宋应星已认识到：上述各种反应中有一种基本的物质，而与它有关的反应中出现的其他物质则是派生的；也就是说，白粉和黄丹都是铅的表现形式。在十七世纪上半叶就具有这样的认识是很了不起的，因为它正是科学的化学元素概念的初步萌芽。

《天工开物》关于倭铅（锌）的记述，在化学史上也值得一提。书中说：倭铅似铅而活动性能更猛烈，如不和铜结合，一见火就挥发成烟；用炉甘石（碳酸锌矿石）烧练时，必须装入泥罐密封，不可与空气接触，防止挥发。这一记述，说明我国提炼锌早于西方。因为在西方，到十七世纪末叶才在英国炼得金属锌，而直到十八世纪中叶德国炼出金属锌时，科学界才确认锌是一种独立的金属元素。

《天工开物》在记述用朱砂制水银和用水银制银朱时，指出：用一斤（十六两制）水银，加入两斤石亭脂（天然硫黄），加热升华后，得银朱十四两、次朱三两五钱，两者合计超过一斤，多出的重量是从石亭脂的硫质中产生的。这表明宋应星初步认识了化学变化中质量守恒的道理。还有，银朱中硫的含量很少，而用水银升炼时却要用成倍的石亭脂，可见当时从事生产的工匠和进行考察的宋应星已有这样的经验：为了使比较贵重的物质（如水银）能最充分地参与化学反应，就需要加入多量的比较便宜的其他反应物质（如石亭脂）。这种方法在现代的化学实验和化学工艺中还常常应用。

《天工开物》记述应用化学技术的经验更多。如“彰施”卷讲到二十几种颜色的拼色工艺和提取各种染料以及施用媒染剂的经验。“杀青”卷提到造竹纸工艺中用石灰浆处理竹穰、用柴灰处理纸浆、在纸浆中加入纸药水汁这三项关键性的化学工艺，这比旧的造纸法已大进了一步。“甘嗜”卷中提到用石灰澄清法处理蔗汁以沉淀杂质并中和酸性物质的经验。“五金”卷论述用红铜和倭铅按不同比例配方制成各种铜锌合金的经验。这类记述很多，就不一一介绍了。

（四）物理学和机械学方面：

宋应星在写作《天工开物》时，对一些物质的物理性能和一些机械的物理作用进行了探索。例如，他指出各地盐场的盐，同是一升，但重量不一；同是一立方寸的金、银、铜，重量也不同。这里就提出了比重的问题。书中记述了船身大小同载重量的关系，船舵大小同转运力的关系，表明宋应星对于力距、重力以及面积同压力的关系等问题，已有了一定的理解。

明末手工业中已广泛使用简单的机械。《天工开物》中绘有许多机械构造图，记载了不少发明创造，如机械设计上用连续运动代替间歇运动以提高生产效率，在机械传动方面发展了绳索传动、链条传动和连杆传动等。“乃服”卷记载的脚踏式纺车和花机等机械，结构复杂，在当时世界上居于先进地位。以明代的丝织技术来说，《天工开物》所总结的就有十几种织造工艺，生产各种花

色的绫、罗、绸、缎、锦等。留下来的明代的精美织品，至今还使人们赞叹不已。

明代的某些机械已经是近代机器的雏形。例如“粹精”卷介绍了“一举而三用”的水碓，这是一种利用水力来磨舂谷物的机械，它“激水转轮，头一节转磨成面，二节运碓成米，三节引水灌于稻田”。这个水动装置具备了动力机、传动机和工具机三个部分，所以已经是近代机器的雏形。“作咸”卷记载的打井机械，有一种铁锥，能把石山不断地冲凿成孔，每凿进数尺，用竹杆接长，继续凿进，这种工具可以说是近代井钻的雏形。这是世界钻井史上最早的资料之一。由于当时的中国，封建制度还严重地障碍着社会生产力的发展，所以这些先进机械的出现只是个别的现象，得不到广泛的应用和发展。

宋应星科技研究的几个特点

科技巨著《天工开物》的写成，不是偶然的。明朝时社会生产力有所发展，农业特别是手工业生产有明显增长，工场规模扩大了，工商城镇多起来了，国内交通相当便利，海外贸易也随着航海技术的发达而开展起来，这一切，都是有利于科学技术交流的客观条件。宋应星关心国计民生，反对空谈，不为功名利禄所束缚，在一定程度上冲破了所谓“上智下愚”的剥削阶级偏见，重视生产劳动，比较地接近劳动人民，这些主观条件，使他能在科技研究方面走上正确的途径。与此相联系，宋应星的科技研究工作具有这样几个特点和优点。

第一，重视实地考察和实践：宋应星在《天工开物》的序言中表示了对那些食古不化、徒有虚名、不务实际的人的鄙视。他说，世上一些所谓“聪明博学”者，往往对常见的枣花梨花还分不清楚，却胡乱猜测古书上所记楚昭王看到的萍实是什么样子，连铸锅的模型都很少接触，却妄谈春秋时候的宝鼎，这种人是不足效法的。他认为要进行研究，不能只靠别人说的和写的。他指出，明代中原统一，比东晋、南宋时国内分裂的局面好得多，从云南到辽东，从岭南到燕北，交通畅通，“为方万里中，何事何物不可见见闻闻”。因此，他为了了解各项生产技术，尽可能进行实地考察。如为了研究纺织生产，他走访了许多纺织业工场作坊，仔细观察各种机械的结构尺寸和操作方法，画下了多幅生产图和机械图，而且弄清了从养蚕、缫丝、种棉到纺织成品的来龙去脉。通过仔细的观察，他对蚕蛹变成蚕蛾，破茧而出，雌雄交尾，一只雌蛾产卵约二百余粒等等，连同时间变化，作了生动具体的描述。

在介绍种蔗经验时，宋应星强调要“试验土色”，要亲尝土味，味苦的不宜种蔗。但山里河流上游的坝地，即使土味甜也不行，因为山气寒冷，温度不适宜。最好是阳光充足的下流河坝地，要沙壤土，不要黄泥土，等等。这都是他经过实地考察而总结出来的蔗农多年积累下来的有用经验。

宋应星在“膏液”卷中，记下了经过试验的十多种榨油原料的出油率。又说，“其他未穷究试验”的，还有待以后补记。他在“佳兵”卷中提到古书上讲的，烽火台上狼粪烧的烟能迎风直上，江豚骨灰能逆风燃烧；他认为对这种传闻不能轻易下结论，“皆须试见而后详之”。可见，他对于没有试验过的东西，

是采取慎重态度的。

第二，请教有丰富实践经验的劳动者：宋应星在《天工开物》中一再赞颂直接生产者的创造性劳动。他表示：上古神农氏有无其人虽不得而知，但那些最早种植五谷、培育良种的“先农”，的确配得上神农的称号。他钦佩地说：耕田施肥要掌握好气候变化，“在老农心计也”；江南农民创造的“水碓之法巧绝”；丝织工匠织出的花色“人巧备矣”。他还赞扬老采煤工对地下矿藏“从土面能辨有无之色”。

宋应星经常到各地农村请教老农，到手工业生产现场走访工匠师傅，这样，才能对各种生产过程的细节、工艺要点、许多机械的构造和性能，以及生产中呈现出来的物理作用和化学变化等，有比较深切的了解，他甚至还了解到一些工艺技术的秘诀。例如，用红花染过的丝绸如要退色，可将所染丝绸浸湿，滴上几十点碱水或稻灰水，红色就会退净，将所得色水用绿豆粉吸收起来，再用来染红色，就不会退色了。这种方法“染家以为秘诀，不以告人”。在封建行会习气浓厚、工场主严格保守技术秘密的情况下，宋应星能了解到一些技术秘诀，这正是他不耻下问，在虚心求教于工匠方面做了深入细致的工作的结果。

第三，注重实用：宋应星对于同广大人民生活有密切关系的产品和技术，记述较详细；而对于专供达官贵人享受的用品，则记述简略。例如，他详述了供多数人食用的水稻品种，最后说，“香稻一种，取其芳气，以供贵人，收实甚少，滋益全无，不足尚也”。他重视广大人民穿着的布衣、棉衣，而对皇帝穿的“龙袍”，只说比普通织品多费工本数十倍，至于如何制作，则以“不可得而详考”一笔带过。他对于普通人“日用必需”的杯盘等器皿的生产，记述颇详；而对于“不适实用”的供摆设的瓷器则讲得很简略。在述及专供皇家用的琉璃瓦“其土必取于太平府”（今安徽当涂、芜湖一带）时，他加了一条抨击统治者的夹注，指出制瓦和造皇陵都要取土于其地，舟运三千里方达京师，承运的官吏除了掺沙作伪，一路上拉民夫，抢民船，“雇役掳舡之扰，害不可极”。关于“窑变”的附录中，他记载了正德年间（1506—1521）陶瓷工匠因为造不出供皇帝用的一种叫“宣红”的瓷器，以致“身家俱丧”，甚至跳入窑中“自焚”的悲剧，从而有力地揭露了封建统治者骄奢淫逸的罪恶。可以看出，宋应星注重实用技术，是同关心民间生活联系在一起的。

第四，重视数据：由于封建制度的束缚和轻视生产技艺的儒学传统的影响，在我国古代，科技著作不仅数量少，而且大都缺乏具体的数据。而掌握数据，是使研究内容具有科学性的条件之一。《天工开物》中记录了一百三十多项技术经济数字，这就增强了本书的科学价值。这些数字包括农业方面的农时、田间管理、单位面积产量，手工业方面的各种生产工具的大小尺寸、材料消耗、使用寿命、材料配方、经济效率以及不同物质的物理性能，等等。例如书中所记各种铜锌合金的配方，至今仍有参考价值；特别是黄铜配方比例，同现代采用的配方非常接近。当然《天工开物》中所记的不少数字并不一定都精确，但这些记述足以说明宋应星对数据的重视。而且，这些技术经济数字是古代劳动人

民长期积累的生产经验的总结，是了解我国古代工农业生产技术发展水平的重要资料。

第五，独立思考，着眼于发展：宋应星写《天工开物》，不是采录旧著，汇编成书，也不是有闻必录，述而不作，而是以直接的实地考察为主，独立地进行艰苦的探索和认真的研究，有分析、有鉴别地记录和总结当代的生产技术。上述许多事例说明，正因为以实践经验为依据，又经过独立思考和研究，才能有所发现，有所创见。

另一方面，宋应星也重视前人研究成果和别人的有用经验。例如，他在写作中就参考了李时珍的《本草纲目》和王灼的《糖霜谱》等著作。他还留心外国的技术。《天工开物》中曾经提到朝鲜的纺织、榨油技术和海船的制造，日本的制刀、造纸和造船，波斯（今伊朗）所生产的一种叫"波斯矾"的黄矾，以及葡萄牙人制造的"佛朗机"（炮）和荷兰人制造的"红夷炮"等。

对于生产技术，宋应星总是着眼于发展和新的发明创造。例如，他注意到兵器制造的"日盛月新"，并且认为人们的"巧思"是没有止境的。他还高兴地提到金属冶炼技术的"日异而月新"，提到制曲方剂的"配合日新"，不断改进。关于陶瓷器皿，他认为，虽然已经制作得很精美，也不会停止不前的。关于将自然物加工为人类所用的情况，他说："其道宁终秘也"；这里透露了探索自然奥秘的思想。从这些话里可以看出，宋应星已经意识到，人类的认识是不断向前发展的，生产技术的进步是没有止境的。

第六，驳斥迷信：科学和迷信从来是对立的。宋应星根据生产实践和实地考察，指出了一些迷信传说的虚妄。如在"乃粒"卷中，他针对有人因稻灾而"反怨鬼神"，指出种子带病是水稻发病的一个原因，这是"祟在种内"，并非鬼神作怪。对于人们所说的能够烧毁稻穗的"鬼火"，他虽然还不知道这是磷火，但他否定有所谓"鬼火"，认为不过是坟墓中被水浸烂的棺木所发出来的"火子"，这种解释明显地表达了反对迷信的精神。他还指出，所谓"有清官感召"而使珍珠增产，这是谬妄无稽之谈；并且揭穿了道家巫士借炼丹术以骗取钱财的行为。

在肯定宋应星在科技研究工作中的特点即优点的同时，也应该指出，由于历史条件和科学水平的限制以及个人认识上的不足，《天工开物》的内容也存在这样那样的缺点和错误。例如，他不知道先秦古籍中出现的"麻"就是俗称火麻的大麻，却推测为"其种已灭"等等。见于《尚书》的"枲麻"，古代泛指麻类，他却又臆断为是后来的棉花。又如，说"江南麦花夜发，江北麦花昼发"；说矿区耕垦后铁矿会"逐日生长，愈用不穷"，这都不符合事实。至于说珍珠是在蚌腹内"映月成胎"而成，宝玉是"映月精光而生"，死人嘴里含着上等珍珠尸体就不会腐烂，等等，更是明显的错误。书中绘图也有不够准确的地方。不过，对于全书来说，这些不足之处是瑕不掩瑜的。总的看，《天工开物》的内容具有重大的科学价值；宋应星从事科技研究的基本途径和基本方法是值得肯定的。

宋应星的自然学说

宋应星在写完《天工开物》之后，

接着又写了许多关于自然学说的著作。可惜，今天能看到的只有《论天》和《论气》两种。《论天》已经残缺，只剩了“日论”六章，是讲天体运行的。《论气》的内容涉及物理、化学、生物等方面，许多是联系生产技术来分析的；可以说，《论气》是以《天工开物》为基础，对生产技术研究进行理论上的探讨。这两本书的内容反映出，宋应星的自然学说贯串着朴素的辩证法和唯物主义的观点。

首先，宋应星肯定了客观世界的物质性。他说，“盈天地皆气也”，充满于宇宙之间的都是“气”。世界万物是“气”这种根本的物质元素在不同条件下的不同形态：“气”赋有具体的物态（液体、固体）时，这叫“形”；“形”还原为本来的根本物质，仍然是“气”。这种认识，是同液体气化和固体燃烧后烟消灰灭这类最普遍的现象相联系的。他看到制陶、冶炼、印染等等许多生产过程中物体形态的变化，都通过水或火起作用，又认为水火是处于形与气之间的中间状态。他指出，动物、植物、矿物等物体是“同其气类”，也就是说，各种物类就其所构成的根本物质来看，是具有共同性的。显然，这种认识已经初步接触了世界的统一性就在于它的物质性这一唯物主义的原理。认为客观世界是“气”这种根本物质构成的，这在宋应星以前的古代哲学家早已提出过。宋应星比前人进了一步的地方，在于他更多地联系到生产和科技的实践。

其次，宋应星认为物质世界是在不断运动着的。他举例说：“气聚”而形成为日月，日月或明或暗，或升或没；星陨为石，石又化为土；气化为雨雹，雨雹又转化为气；草木与人类、禽兽、虫鱼等动植物从生长到死亡，尸体腐朽化形，等等，这都是“由气而化形，形复返于气”的带规律性的变化，是“二气”（水火）和“五行”（水火加金木土）等物质自身的运动和变化。总之，在宋应星看来，世界万物的运动变化，在于物质本身的原因。

宋应星还认为，在万物的生成变化中，“气”这个根本物质只是处于不同的形态中，而它的本身并没有消灭。例如，种子入地，由气而生，长大成木，砍伐成材，制成器具，遇火成灰，或叶落化为泥，最后又转化为气。他甚至说，即使宇宙遇到所谓“劫尽”（佛家语，毁灭之意），也不可能想象一切都归于乌有。这种认为物质不灭的思想，在科学史和哲学史上都是值得重视的。

宋应星还指出，天体运行中，存在着对立的现象。他说：“无息，乌乎生？无绝，乌乎续？无无，乌无有？”例如日和月，从“未始有明”到“明生”，又由“明”到“无明”；草木则一年一荣枯，枯又复生，等等。他还通过分析水与火的相互作用，论述了事物之间相生相克、相反相成的关系。这些论述，表明他对于事物的矛盾运动有一定的理解，这些看法是符合辩证法的。

宋应星根据他对自然界的唯物主义的理解，曾经观点鲜明地批判儒家的天人感应说。天人感应说认为：帝王受命于天，上天经常用符瑞或灾害来告诫帝王，这是“天心”爱护人君的一种表示。许多儒者都举日蚀为上天示警的事例。宋应星在《论天》的“日说”章中写道：“儒者言事应以日食（蚀）为天变之大者”，但汉景帝的“二十六年中，

日为之九食”，而王莽执政的“二十一年之中，日仅两食，事应果何如也？”唐太宗贞观头“四载之中，日为之五食”，而唐高宗在位时武则天掌权，头“二十年中，日亦两食，事应又何如也？”历代儒者对汉代文景之治和唐代贞观之治都是肯定的，对王莽和武则天这两个历史人物一般是否定的。宋应星就以儒者公认的事实为例，有力地提出反问，这一段批驳文章是写得很精彩的。他根据记载和自己的观察，在书中绘图说明：“纯魄（月）与日同出，会合太阳之下（掩蔽了太阳），日方得食。”这个说明是正确的。

十七世纪上半叶的中国，近代的自然科学远未建立起来，这就决定了宋应星所具有的唯物主义观点，是朴素的、自发的，也是不彻底的。他把一些自己无法解释的自然现象说成是“天心之妙”、“造物有尤异之思”，这说明他还未能完全摆脱唯心主义的神秘观念的影响。他关于自然界的解释，如说“气”是万物的本原，“世间有形之物，土与金石而已”等等，终究是一种幼稚的假说。不过，我们还应该历史地来看问题。在三百多年前的中国，宋应星的唯物主义自然学说却是一种先进的思想。

《天工开物》的流传

《天工开物》是在明崇祯十年（1637），由宋应星的朋友涂伯聚出资刻印的，这是最初的版本，涂伯聚又名绍煃，江西新建人，和宋应星同时中举人，后考中进士，任南京工部主事（低级官员），管过冶铸业，对技术颇有兴趣，所以乐于支持宋应星的写作。大概在明末，《天工开物》又由书商杨素卿翻刻了一次，封面上加刻了“一见奇能”、“内载耕织造作炼采金宝，一切生财备用秘传要诀”三行字作广告。可见当时工商业者对这本书的推崇。这两种版本刊行后，正值明清之际全国动荡不安，所以没有广泛流传，而且大部分都散失了。

清代康熙、雍正年间官修的《古今图书集成》和乾隆七年（1742）官修的《授时通考》，曾经引用过《天工开物》的部分内容。但在乾隆三十七年至四十六年（1772—1781）编纂的《四库全书》这部中国古代官修的最大的丛书中，却未收《天工开物》。甚至在《四库全书总目》的存目（未编入《四库全书》的书籍目录）中也根本不提这本书。清乾隆帝为了加强封建的思想文化专制政策，结合编纂《四库全书》大肆查禁所谓“违碍”书籍，凡内容有不利于清朝统治和公然违背儒学的，凡作者参加过抗清活动或被认为是不忠于清朝的，这些书籍或部分抽毁，或全部禁毁。宋应星的著作未被采纳，大概就是由于这个原因。此后，宋应星其人其书就逐渐默默无闻了。

《天工开物》在明末清初流传到了日本。1771 年（乾隆三十六年），出现了菅生堂刻本，这是根据崇祯原刻本翻刻的。在十八、十九世纪，《天工开物》是日本学术界所重视的中国书籍之一，对日本近代的科技研究产生了一定的影响。1950 年该书全部译成为日文，1969 年还出版了日文译注本，多次重印。不少日本学者还写过关于《天工开物》的论著。此外，德国学者布莱茨希奈德所著的《中国植物》（1882 年出版），曾经介绍过《天工开物》。法国的汉学家于莲和尚比扬在 1869 年把《天工开物》

摘译成法文，并复制了许多插图，书名叫做《中华帝国古代和现代的工业》。1966年，美国出版了《天工开物》的英文译注本，书名为《十七世纪的中国工艺学》。

《天工开物》在国内被埋没了几乎近二百年之久。在清末，有些科技书曾引用过该书的内容。但直到1928年，武进人陶湘才根据日本菅生堂翻刻本将全书重印出版。此后还有几种版本，都是依据菅生堂本重印的。菅生堂本的图版已有失真之处。后来辗转翻印，同原刻本相比，文字和图版都有走了样的地方。

解放以后，由于党和人民政府对历史文化遗产的重视，1952年，北京图书馆才从浙江宁波李氏墨海楼捐献的藏书中得到崇祯十年的初刻本。1959年，初刻本由中华书局影印出版，这部十七世纪的重要科技著作才开始以它的本来面目同广大读者相见，并且引起了科学技术界的重视。近年来，还出版了《天工开物》的注释本。宋应星的著作除《天工开物》、《野议》、《思怜诗》、《论气》、《谈天》外，其余《画音归正》、《卮言十种》、《杂色》、《原耗》、《美利笺》、《春秋戎狄解》以及未刊的《观象》、《乐律》二卷等，都失传了；这些佚著如能重新发现，人们对这位卓越科学家的多方面的成就，将会有更多的了解。

在我们伟大祖国的科学技术文献宝库里，《天工开物》是一颗灿烂的明珠。像它这样全面、系统地记录古代农业和手工业各部门生产技术，广泛地总结了古代劳动人民的宝贵经验，在中国历史上还是第一次。宋应星是中华民族历史上一位伟大的科学家。他在科技研究工作上所持的“有益生人”的目的，他重视实地调查和劳动者实践经验的实事求是的科学态度，都是值得后人借鉴和称颂的。

［Ｇｅｎｅｒａｌ　Ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ］
书名＝中国历史百科全书　　第４卷　　农业与科技卷　　（图文互动版）
作者＝徐寒主编
页数＝５８７
ＳＳ号＝１１４８５００９
出版日期＝２００４年１２月第１版

【更赋】
【口赋】
【酎金】
【黔首】
【秦汉奴婢】
【佣作】
【家兵】
【宾客】
【故吏】
【刑徒】
【曹魏屯田】
【占田课田制】
【黄籍】
【侨州郡县】
【土断】
【宗主督护】
【三长制】
【户调】
【九品混通】
【百工】
【佃客】
【衣食客】
【士家】
【寒人】
【隶户】
【僧祇户】
【佛图户】
【隋唐庄田】
【隋唐公廨田】
【隋唐公廨钱】
【貌阅】
【手实】
【计帐】
【度牒】
【差科簿】
【租庸调】
【杂徭】
【色役】
【资课】
【唐地税】
【唐户税】
【两税法】
【青苗地头钱】
【回造】
【折估】
【上供、送使、留州】

【丁中】
【定户】
【官户】
【土户】
【杂户】
【括户】
【西城所】
【经界法】
【草市】
【厢坊制】
【榷场】
【两税】
【沿纳】
【支移】
【折变】
【职役】
【夫役】
【义役】
【经总制钱】
【身丁钱】
【二税户】
【主户】
【坊郭户】
【官户】
【形势户】
【通检推排】
【科差】
【税粮】
【延祐经理】
【站户】
【怯怜口】
【驱口】
【斡脱】
【勋贵庄田】
【皇庄】
【王府庄田】
【烧造】
【松江布】
【花机】
【潞紬】
【湖丝】
【里甲】
【鱼鳞图册】
【一条鞭法】
【十段锦法】
【匠班银】

【三饷】
【金花银】
【三办】
【忙工】

【税饷】
【均工夫役】
【均徭】
【佃仆】
【雇工人】
【永佃权】
【粮长制】
【民壮】
【旗地】
【更名田】
【放荒】
【民田典卖】
【押租制】
【预租制】
【太平天国土地政策】
【滋生人丁永不加赋】
【摊丁入地】
【除豁匠籍】
【开豁为良】
【捐输、捐纳、捐例】

二、农业史话

【神农氏】
【“无字地书”】
【沟洫】
【耒耜与青铜农具】
【铁器与牛耕】
【农业重心转移】
【明清农业】
【农书】
【土地利用】
【农时】
【农业技术】
【农学】

三、中华医学

【《黄帝内经》】
【阴阳五行学说】
【天人学说】
【脏象经络学说】
【七情】
【望诊】
【闻诊】
【问诊】

【切诊】
【辨证】
【治则】
【针灸学】
【中药学】
【养生学】
【中医学与数术】

四、天文历法

【天文学】
【坐标系统】
【地平坐标系】
【赤道坐标系】
【黄道坐标系】
【表】
【浑仪】
【浑象】
【计时仪器】
【恒星】
【三垣二十八宿】
【星表与星图】
【天文导航】
【日月食】
【黑子】
【流星雨和陨石】
【彗星】
【变星】
【新星和超新星】
【天文分野占】
【日占和月占】
【行星占】
【恒星占】
【彗星占】
【阴阳二气】
【五行】
【五行相生】
【洪范五行】
【历法】
【回归年和朔望月】
【二十四节气】
【闰月】
【干支】
【十二生肖】
【十六时制】
【十二辰纪时法】
【漏刻纪时法】
【更点制度】

【虞喜】
【葛洪】
【法显】
【姜岌】
【何承天】
【刘焯】
【祖冲之】
【孙思邈】
【郭守敬】
【李时珍】
【贾思勰】
【沈括】
【王祯】
【徐光启】
【宋应星】